

**République Algérienne Démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun -Tiaret-**



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département d'Ecologie, Environnement et Biotechnologie**

## **Méthodes d'étude et d'inventaire de la faune et la flore**

**Polycopié de cours à l'intention des étudiants 2<sup>ème</sup> année Ecologie et Environnement**



**Elaboré par  
Dr. CHAFAA Meriem**

**Année universitaire 2022/2023**

## Table des matières

### Liste des Figures

### Liste des Tableaux

<b>Introduction generale</b>	-----	<b>2</b>
------------------------------	-------	----------

## Chapitre 01 : Méthodologie d'échantillonnage en écologie

1.1. Intérêt de l'échantillonnage-----	4
1.2. Planification d'un plan échantillonnage-----	4
1.3. Quelques définitions-----	5
1.4. Classification des descripteurs -----	7
1.4.1. Descripteurs qualitatifs -----	7
1.4.2. Descripteurs ordinaux ou semi quantitatifs-----	7
1.4.3. Descripteurs quantitatifs-----	8
1.4.4. Descripteurs complexes ou synthétiques -----	8
1.5. Choix des descripteurs -----	8
1.5.1. Descripteurs d'occupation spatio-temporelle -----	9
1.5.2. Descripteurs biométriques et démographiques-----	9
1.5.3. Descripteurs structuraux-----	9
1.5.4. Descripteurs systémiques-----	9
1.6. Echelle d'observation -----	9

## Chapitre 02 : Différentes méthodes d'échantillonnage

2.1. Choix de la méthode d'échantillonnage -----	13
2.2. Erreur de l'échantillonnage -----	13
2.3. Méthodes d'échantillonnage non probabilistes-----	13
2.3.1. Echantillonnage de commodité -----	13
2.3.2. Echantillonnage à l'aveuglette-----	14
2.3.3. Echantillonnage au jugé -----	14
2.3.4. Echantillonnage par quotas-----	14
2.4. Méthodes probabilistes-----	14
2.4.1. Echantillonnage aléatoire simple (EAS)-----	14
2.4.2. Echantillonnage stratifié -----	15

2.4.3. Echantillonnage systématique -----	16
2.4.4. Echantillonnage subjectif-----	18

### **Chapitre 03 : Méthodes d'étude des groupements végétaux**

3.1. Méthodes d'étude des groupements végétaux -----	20
3.1.1. Méthode physionomique -----	20
3.1.2. Méthode dynamique-----	20
3.1.2.1. Evolution de la végétation-----	20
3.1.2.2. Facteurs influençant l'évolution de la végétation-----	21
3.1.2.3. Succession écologique : moteur principal de l'évolution de la végétation -----	24
3.1.2.4. Évolution de la végétation à long terme (échelle géologique) -----	27
3.2.1.5. Évolution récente de la végétation liée à l'homme-----	27
3.2.1.6. Exemples d'évolution de la végétation en Algérie (selon les zones) -----	28
3.1.3. Méthode phytosociologique-----	30
3.1.3.1. Relevé de végétation-----	30
3.1.3.2. Mesures analytiques (informations relevées pour chaque espèce) -----	33
3.1.3.3. Etapes synthétique -----	34
3.2. Méthodes de quantification de la végétation-----	36
3.2.1. Procédés de détermination -----	36
3.2.2. Analyse différentielle -----	36

### **Chapitre 04 : Méthodes d'échantillonnage de la faune**

4.1. Méthodes d'échantillonnage des mammifères -----	39
4.1.1. Techniques d'échantillonnage indirect -----	39
4.1.2. Techniques d'échantillonnage direct -----	50
4.2. Méthodes d'échantillonnage des oiseaux -----	51
4.3. Méthodes d'échantillonnage des amphibiens -----	51
4.4. Méthodes d'échantillonnage des insectes -----	52
<b>Conclusion -----</b>	<b>55</b>
<b>References bibliographiques -----</b>	<b>57</b>

## Liste des figures

**Figure 01 :** Population et échantillon

**Figure 02 :** Différentes méthodes d'échantillonnage

**Figure 03 :** Echantillonnage aléatoire simple

**Figure 04 :** Echantillonnage stratifié

**Figure 05 :** Echantillonnage systématique

**Figure 06:** Facteurs influençant l'évolution de la végétation

**Figure 07:** Différents stades de la succession forestière

**Figure 08 :** Evolution de la végétation

**Figure 09 :** Dynamisme de la végétation

**Figure 10:** Succession écologique

**Figure 11:** Succession primaire et succession secondaire

**Figure 12 :** Evolution de la végétation (Climax)

**Figure 13:** Subclimax et paraclimax

**Figure 14:** Impact d'une perturbation (incendie) et régénération

**Figure 15:** Dégradation et désertification de la végétation

**Figure 16:** Choix et délimitation des emplacements

**Figure 17:** Traces et empreintes des mammifères

**Figure 18:** Crottes des animaux

**Figure 19:** Terriers des mammifères

**Figure 20:** Filet fauchoir

**Figure 21 :** Filet à papillon

**Figure 22:** Piège lumineux

**Figure 23 :** Aspirateur à bouche

## Liste des tableaux

**Tableau 01 :** Surface de l'aire minimale de différents groupements

**Tableau 02 :** Méthodes des tableaux

**Tableau 03 :** Tableau phytosociologique ou d'association

**Tableau 04 :** Quelques exemples utiles

**Tableau 05 :** Tableau synthétique pour identification

**Tableau 06:** Terriers et constructions des mammifères

**Tableau 07:** Technique d'échantillonnage indirect consommation d'aliments

---

# *Introduction*

---

## **Introduction générale**

La connaissance de la biodiversité constitue un préalable essentiel à toute démarche de gestion, de conservation ou d'évaluation environnementale. Les inventaires de la faune et de la flore permettent d'identifier les espèces présentes dans un milieu, d'évaluer leur abondance, leur répartition et leur état de conservation. Ils fournissent ainsi une base scientifique indispensable pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes et détecter d'éventuels changements liés aux pressions anthropiques ou aux variations naturelles.

L'échantillonnage est un moyen de sélectionner un sous-ensemble d'unités d'une population cible à des fins de collecte d'informations. Cette information est utilisée pour faire des inférences sur la population générale. Le sous-ensemble d'unités sélectionnées pour l'échantillonnage est appelé un échantillon. Un plan d'échantillonnage comprend tout ce qui concerne le regroupement d'unités dans la base, la détermination de la taille des échantillons, l'attribution d'échantillons à différentes classifications de sous-sections et la sélection d'échantillons.

Les plans d'échantillonnage doivent être aussi simples que possible. L'objectif est de fournir une estimation exacte et suffisamment précise pour répondre aux différents besoins de recherche. La précision d'une estimation se mesure par sa variance. Pour des raisons de coûts et de délai, il n'est pas toujours possible d'étudier l'ensemble de la population. Il est alors nécessaire de créer un échantillon représentatif de la population permettant ainsi de fournir une estimation aussi précise que possible d'une variable.

Afin d'obtenir des données fiables, des méthodes rigoureuses et adaptées à chaque groupe biologique doivent être mises en œuvre. Ces méthodes varient selon la nature du milieu, les objectifs de l'étude et les caractéristiques des espèces ciblées. Elles reposent sur une combinaison d'observations directes, de techniques de capture, de mesures standardisées et d'outils modernes tels que la télédétection ou l'analyse génétique environnementale.

Ce document de référence destiné principalement aux étudiants de deuxième année Ecologie et Environnement.

Ce cours permettra à l'étudiant d'acquérir les différentes techniques d'échantillonnage de la faune et de la flore.

L'étudiant doit être capable d'appliquer le principe de sélection d'un échantillon à l'aide d'une méthode aléatoire ou d'une méthode non aléatoire.

Cet ouvrage comprend une partie fondamentale sous forme de quatre chapitres. La rédaction de ce cours s'est essentiellement fondée sur des informations collectées et synthétisées depuis diverses références sur l'écologie fondamentale et appliquée.

---

---

## Chapitre 01

*Méthodologie d'échantillonnage en écologie*

---

---

## Chapitre 01 : Méthodologie d'échantillonnage en écologie

### 1.1. Intérêt de l'échantillonnage

Il est important, sinon essentiel, de savoir à quoi sert l'échantillonnage. En écologie, il est généralement impossible de mesurer un ou plusieurs caractéristiques dans toutes les unités d'un groupe cible. Ceci peut résulter de plusieurs causes, telles des contraintes de temps, d'argent ou un manque de personnel qualifié. Ou encore, il peut être impossible de mettre la main sur l'ensemble des individus d'une population.

Pour explorer les propriétés d'un ensemble, nous devons examiner et observer les éléments de cet ensemble, si on ne dispose pas encore de données. La manière dont ces données sont collectées fait l'objet d'une théorie mathématique appelée théorie des sondages ou théorie de l'échantillonnage. Cette théorie aborde l'optimisation de la collecte de données selon différents critères et répond à des questions précises sur la manière de procéder à cette collecte en fonction des informations disponibles et l'effort d'échantillonnage consenti.

Selon Colin (1970), un échantillon est un fragment d'un ensemble prélevé pour juger de cet ensemble. De nombreuses méthodes d'observation et de mesure appliquées à de tels fragments peuvent être proposées et adaptées à chaque cas particulier afin d'obtenir une représentation satisfaisante de l'objet d'étude. Avant de concevoir un plan d'échantillonnage, nous devons indiquer explicitement les caractéristiques que nous voulons évaluer. L'échantillonnage doit être adapté pour tester les hypothèses proposées à des échelles spatiales et temporelles spécifiques sur la structure ou la dynamique du système biologique à l'étude. Prendre le temps de planifier un échantillonnage est essentiel.

### 1.2. Planification d'un échantillonnage

La mise en place d'un plan d'échantillonnage est conditionnée par le choix du problème et la façon de le poser. Le choix de la problématique doit être exprimée dans un « pré-modèle » de description (structure – fonction) ou d'explication d'où dérivent les choix suivants :

- Le choix des variables à étudier ;
- Le choix des échelles d'observation et du découpage de l'objet (zone d'étude) ;
- Le choix des méthodes de traitements des données recueillies (par exemple réfléchir à l'exploitation statistique des résultats avant de commencer l'étude) ;

La notion d'échantillonnage est donc liée à celle de stratégie, qui doit assurer le meilleur compromis entre :

- L'objectif de l'étude (question/hypothèse préalablement correctement posée) ;

- Les contraintes naturelles (hétérogénéité spatiale, variété d'échelles signifiantes, etc..) ;
- Les contraintes techniques (temps disponible, fiabilité des mesures, etc.) et financières ;
- Les contraintes mathématiques (qualité des données et des instruments mathématiques, etc..). Le compromis trouvé, écrit sous forme de mode opératoire, porte le nom de **plan d'échantillonnage**.

### 1.3. Quelques définitions

**Echantillonnage** : ensemble des opérations qui permettent de sélectionner de façon organisée les éléments de l'échantillon. La sélection d'une partie dans un tout (la sélection d'une partie dans la population), l'échantillon sélectionné doit être représentatif de la population.

**Echantillon** : ensemble des unités de base sélectionnées et réellement observées au cours d'un sondage. C'est un sous ensemble de la population considérée, le nombre d'individus dans l'échantillon est la taille de l'échantillon.

**Unité de base** : unité d'échantillonnage ou unité de sondage, c'est l'élément pris en considération dans l'enquête.

**Enquête** : ensemble des opérations de collecte et de traitement de données relatives à quelques domaines que ce soit.

**Recensement** : Enquête complète ou enquête exhaustive, c'est une enquête au cours de laquelle toutes les unités de base de la population sont observées.

**Sondage** : Enquête incomplète, enquête partielle ou enquête par échantillonnage, c'est une enquête au cours de laquelle seulement une partie des unités de base de la population sont observées.

**Population** : l'ensemble des individus caractérisé par un ou plusieurs critères bien définis ; c'est l'ensemble des éléments auxquels on s'intéresse.

**Population finie** : une population qui consiste en un nombre fini d'éléments.

**Population infinie** : une population est infinie s'il n'y a pas de limite au nombre d'éléments qu'il contient.

**Population homogène** : une population avec des éléments qui possèdent les mêmes caractéristiques.

**Population non homogène** : une population avec des éléments qui ne possèdent pas les mêmes caractéristiques.

**Estimateur** : est une expression mathématique qui mesure, à partir des données de l'échantillon, un paramètre de la population statistique.

**Population-cible** : ensemble des éléments visés par l'échantillonnage. Il s'agit de la population sur laquelle on aimerait bien que les conclusions de l'étude portent.

**Population statistique** : ensemble des éléments effectivement représentés par l'échantillonnage. Les éléments qui la composent se caractérisent par au moins une caractéristique commune et exclusive qui permet de les distinguer sans ambiguïté.

**Pré-modèle** : Chaque modèle comprend la définition d'un certain nombre d'entités fonctionnelles caractérisées par des variables d'état, variant dans l'espace et dans le temps, et reliées par des flux (matière, énergie, etc.). Le modèle correspond à des types spécifiques de descriptions structurelles et/ou fonctionnelles d'un sous-système écologique qu'il est encore impossible d'appréhender dans sa totalité.

Le pré-modèle doit décrire la structure et le fonctionnement d'un sous-système et de rechercher les points d'intervention possible sur le système.

**Paramètre** : Caractéristique numérique d'une population telle que la moyenne de la population " $\mu$ ", l'écart type de la population " $\sigma$ " et la proportion de la population " $p$ ".

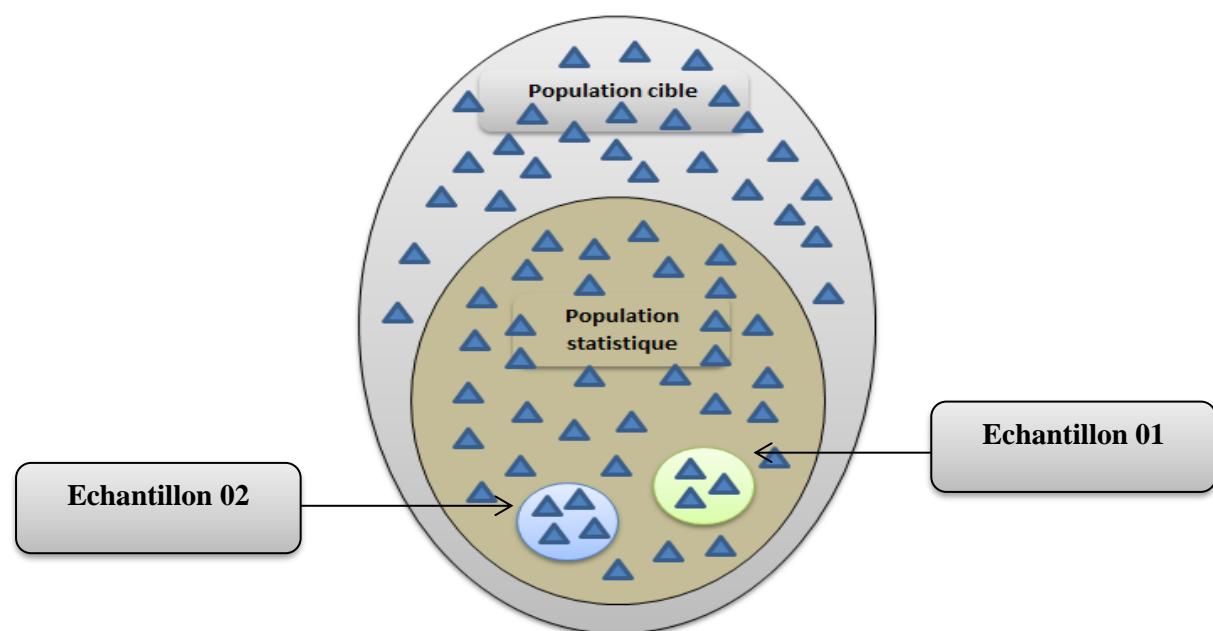
**Tirage exhaustif** : tirage sans remise.

**Tirage non exhaustif** : tirage avec remise.

**Population échantillonnée** : population à partir de laquelle l'échantillon est constitué.

**Intensité d'échantillonnage, fraction ou taux de sondage** : proportion des unités de la population qui font partie de l'échantillon. C'est le rapport entre la taille de l'échantillon  $n$ , et la taille de la population  $N$ .

$$f = n / N$$



**Figure 01** : Population et échantillon

## 1.4. Classification des descripteurs

Il existe un très grand nombre de variables qui peuvent contribuer à la description de la structure et du fonctionnement d'un écosystème. Ils peuvent être classés en différentes catégories.

### 1.4.1. Descripteurs qualitatifs

Sont des catégories définies sans assignation d'une mesure ni même d'un caractère permettant de les ordonner les unes par rapport aux autres. Ils correspondent à une échelle nominale.

#### Exemple

- Les différents taxons constituant un peuplement. Pour chaque taxon considéré, le descripteur est la présence ou absence d'un taxon.
- La spéciation des différents génotypes d'une population ou des sexes.
- Les types faunistiques ou floristiques.
- Les types climatiques, hydroclimatiques, géologiques, etc.

#### Remarque

Pour des raisons théoriques ou de commodité, on peut classer certains descripteurs qualitatifs selon leur séquence (état de la végétation par exemple).

Pour des besoins de traitement des données, des descripteurs distincts sont codés selon une numérotation.

### 1.4.2. Descripteurs ordinaux ou semi-quantitatifs

Sont définis par l'existence d'une relation d'ordre (plus petite ou plus grande, antérieure ou postérieure, etc).

#### Exemple

- Les stades de développement d'une espèce.
- Pour un organisme à croissance continue, un ensemble de classes d'âge ou de taille.
- Les qualifications habituelles de dominance.
- Les cotations d'abondance non fondées sur une métrique (espèce très rare, rare, abondante, très abondante, etc).
- Les stades de succession d'un peuplement naturel le long d'un gradient spatio-temporel.

#### Remarque

Les descripteurs qualitatifs peuvent devenir semi-quantitatifs, si on les classe selon leurs fréquences (classement de ces espèces par fréquences décroissantes).

### **1.4.3. Descripteurs quantitatifs**

Sont définis comme des quantités véritables, pour lesquelles on peut déterminer des rapports et des différences.

#### **Exemple**

Les descripteurs utilisés en écologie et qui mesurent :

- Des abondances.
- Des masses.
- Des fréquences.
- Des quantités d'énergie.
- Des longueurs d'onde.
- Des flux.
- Des taux, etc.

Deux notions fondamentales se rattachent à la mesure d'un descripteur quantitatif : la métrique et l'échelle de mesure.

L'échelle de mesure est le choix d'une unité de mesure (on passe d'une échelle à une autre par transformation linéaire).

Un changement de métrique se définit comme un changement dans la façon de mesurer.

### **1.4.4. Descripteurs complexes ou synthétiques**

Sont des descripteurs simples, c'est-à-dire, caractérisés, pour chaque observation, par un seul nombre ou par la spécification d'une modalité. Ils synthétisent ou résument l'ensemble des observations ou descripteurs simples.

Les descripteurs complexes permettent de rendre compte de plusieurs observations simples dans le même plan d'échantillonnage.

Ils se présentent sous forme de paramètres caractérisant le descripteur complexe (moyenne et variance d'une distribution).

#### **Exemple**

Soit un ensemble d'espèces (chacune caractérisée par son abondance relative en une station).

On calcule un indice de diversité (descripteur quantitatif), et on établit la loi de décroissance des abondances des espèces rangées de la plus abondante à la plus rare (descripteur semi-quantitatif).

## **1.5. Choix des descripteurs**

Les descripteurs utilisés en écologie sont très divers. Le choix des descripteurs dépend du type du mode descriptif ou explicatif attendu en fin d'analyse, c'est-à-dire, du pré-modèle.

### **1.5.1. Descripteurs d'occupation spatio-temporelle**

Ils peuvent être qualitatifs, présence ou absence d'un taxon et indication du type d'occupation du milieu (espèce endogée vie dans le sol ou épiphyte, planctonique, etc) ; semi-quantitatifs (échelle d'abondance/dominance) ou quantitatifs (biomasses, effectifs d'organismes par unité de volume ou de surface du biotope).

### **1.5.2. Descripteurs biométriques et démographiques**

Sont nécessaires pour l'étude de l'évolution ou de la dynamique des populations, sont écologiques étant donné qu'ils sont observés dans un cadre spatio-temporel.

### **1.5.3. Descripteurs structuraux**

Ces descripteurs peuvent être quantitatif, semi-quantitatif ou qualitatif.

Dans l'étude des peuplements pluri-spécifiques, on peut s'intéresser à la :

- Structure liées à la répartition de la biomasse en espèces distinctes (distribution des individus par espèces, diversité spécifique).
- Structure trophique ; détermination des biomasses relatives des producteurs primaires et secondaires et des décomposeurs.
- Description des relations mutuelles entre organismes ; stratification de la végétation, sécessions de végétation.

### **1.5.4. Descripteurs systémiques**

Sont utilisés pour étudier le fonctionnement d'un écosystème, on retrouve les descripteurs biométriques et démographiques, s'il s'agit d'un modèle de dynamique d'une population.

#### **Exemple**

- Mesure de production primaire, de production secondaire ou tertiaire.
- Mesure du taux de respiration ou de photosynthèse.

### **1.6. Echelle d'observation**

Le choix de l'échelle d'observation s'effectue après le choix des descripteurs écologiques.

Les écosystèmes sont structurés dans l'espace et dans le temps ; d'où l'importance de connaître ou de choisir son échelle spatio-temporelle pour pouvoir réaliser son étude ou son expérimentation.

#### **Exemple**

- Etudier une forêt ou une région sur un mois, une année ou plusieurs années.

Pour le choix des échelles d'observation, il est intéressant de procéder à une analyse préalable du système.

On étudiera par exemple :

- La répartition des mauvaises herbes sur un champ de culture.
- La relation sol-végétation au niveau d'un massif forestier.
- Etat de la végétation du Nord au Sud d'une région donnée.

D'un point de vue pratique, la définition d'une échelle d'observation comporte deux éléments distincts :

- L'amplitude du domaine échantillonné ;
- La densité des observations sur ce domaine.

Pour chaque plan d'échantillonnage, on doit définir deux échelles :

- Une définissant la taille de l'objet analysé ;
- L'autre échelle représente les variations observées à l'intérieur de l'objet.

### **Exemple**

- Etudier un cycle annuel au moyen d'échantillonnages mensuels, hebdomadaires ou journaliers.
- Etudier le sol d'une foret par des prélèvements tous les kilomètres, tous les dix mètres, etc.

---

---

## Chapitre 02

### *Différentes méthodes d'échantillonnage*

---

---

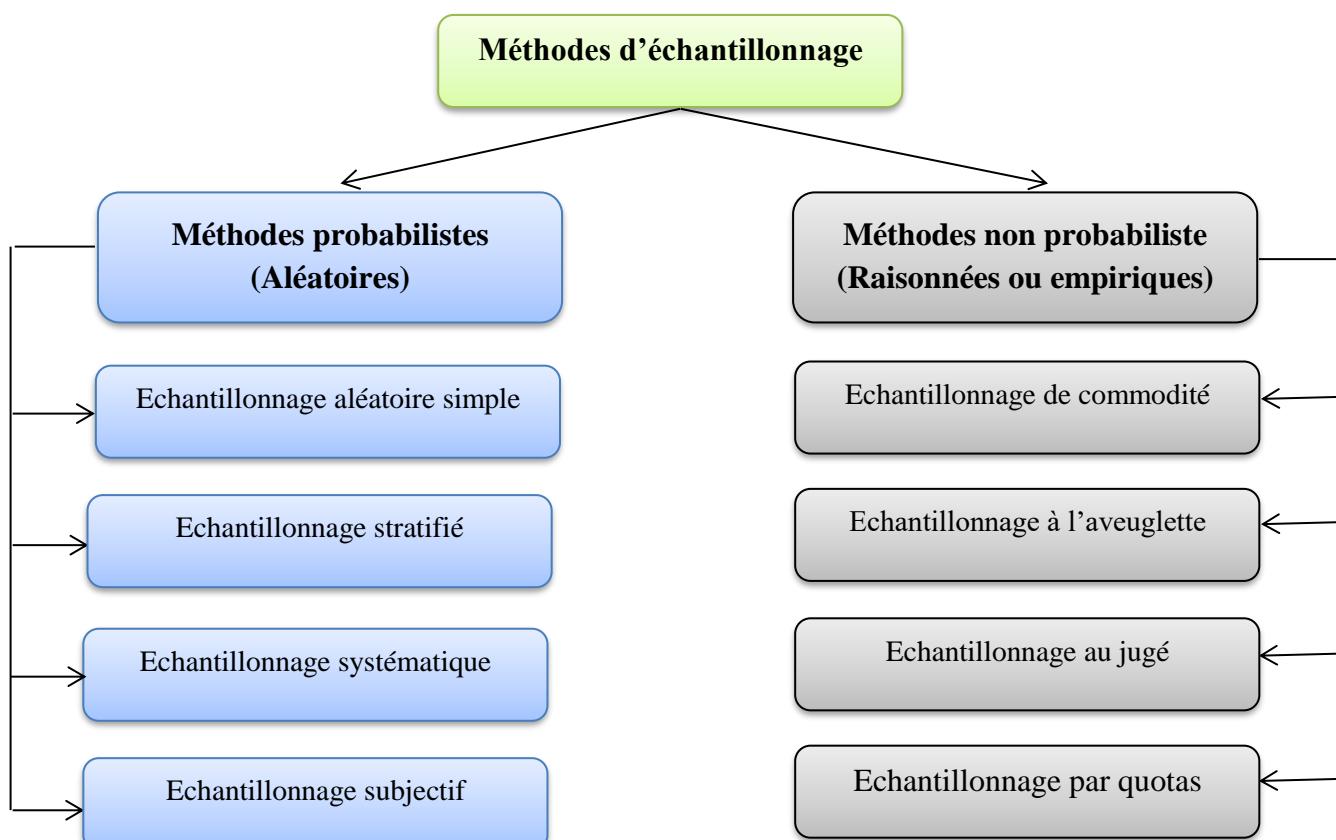
## Chapitre 02 : Différentes méthodes d'échantillonnage

### Introduction

Il existe deux grandes catégories de techniques d'échantillonnage, les méthodes d'échantillonnage probabilistes et les méthodes d'échantillonnage non probabilistes (empiriques) (Figure 2).

Dans les méthodes d'échantillonnage non probabiliste, les éléments avec des probabilités inconnues sont inclus dans l'échantillon. Il n'est pas possible d'évaluer l'exactitude des résultats. Pour les méthodes d'échantillonnage probabilistes, les éléments sélectionnés ont une probabilité connue de faire partie de l'échantillon. Des formules permettent d'évaluer la qualité des estimations des caractéristiques de la population fournie par les résultats de l'échantillon.

En écologie, les différents plans d'échantillonnage restent particulièrement sous employés et mal exploités.



**Figure 02:** Différentes méthodes d'échantillonnage

## **2.1. Choix de la méthode d'échantillonnage**

Le choix du mode d'échantillonnage dépend de ce que l'on cherche. Chaque méthode a ses propres caractéristiques techniques de mise en place et d'analyse des résultats, et chaque technique possède des avantages et des inconvénients. Pour ce faire, choisissez une méthode d'échantillonnage appropriée, en tenant compte de la précision et de l'objectif visé, ainsi que des contraintes qui surviennent (temps, ressources financières, etc.).

L'échantillonnage aléatoire fournit généralement un échantillon représentatif de la population statistique dont les données sont plus faciles à analyser.

Cependant, les exigences de coût et le temps disponible et les ressources humaines rendent souvent l'échantillonnage systématique plus rentable. Un plan d'échantillonnage systématique donne généralement les meilleurs résultats. Plus rapide à réaliser, il est intéressant, mais il faut bien choisir l'intervalle entre les échantillons.

Un plan d'échantillonnage systématique donne généralement les meilleurs résultats.

## **2.2. Erreur de l'échantillonnage**

Pour n'importe quel échantillonnage, des erreurs surviennent inévitablement. Cependant, on peut les réduire en augmentant la taille de l'échantillon. Plus la taille de l'échantillon est proche de la taille de la population, plus l'erreur est faible. Il y a des erreurs dues à l'échantillonnage (systématique), au hasard et à d'autres facteurs.

## **2.3. Méthodes d'échantillonnage non probabilistes**

Les méthodes d'échantillonnage non probabilistes, bien que moins couteuse et plus pratiques, elles sont moins exactes. De nombreux experts dans le domaine recommandent de les éviter. Ces méthodes supposent que les caractéristiques de la population sont distribuées de manière au hasard. C'est peut-être vrai dans certains cas, mais pas dans tous les cas.

### **2.3.1. Echantillonnage de commodité**

C'est une technique d'échantillonnage où les sujets sont choisis en raison de leur accessibilité et de leur proximité du chercheur.

Cette technique est la plus commune et de nombreux chercheurs la préfèrent parce qu'elle est rapide, peu couteuse et simple, ainsi que les sujets sont facilement disponibles.

L'inconvénient de cette méthode est que le chercheur exclut une grande proportion de la population, c'est-à-dire l'échantillon n'est pas représentatif de l'ensemble de la population. Il s'agit d'un écart constant entre les résultats de l'échantillon et les résultats théoriques provenant de l'ensemble de la population.

### **2.3.2. Echantillonnage à l'aveuglette**

Cette technique consiste à former un échantillon en laissant le chercheur sélectionner des unités statistiques parmi celles qui se trouvent en un lieu et temps spécifiques.

Ce choix est totalement arbitraire. Les résultats obtenus ne sont acceptables que s'il existe une bonne homogénéité dans la population, ce qui est rare.

L'inconvénient de cette méthode est la possibilité d'un biais, c'est-à-dire de construire un échantillon non représentatif de la population.

L'avantage est d'obtenir rapidement et à très faible cout de l'information.

### **2.3.3. Echantillonnage au jugé**

Cette technique consiste finalement à se fier au jugement du chercheur pour déterminer la composition d'un échantillon, ce dernier jugeant quelles sont les unités statistiques les plus susceptibles de fournir l'information adéquate. Le chercheur juge que l'échantillon va lui permettre d'atteindre les objectifs de la recherche.

Une telle technique risque de produire un échantillon très biaisé, mais elle peut garantir, néanmoins d'éviter que des éléments indésirables se glissent dans un échantillon.

### **2.3.4. Echantillonnage par quotas**

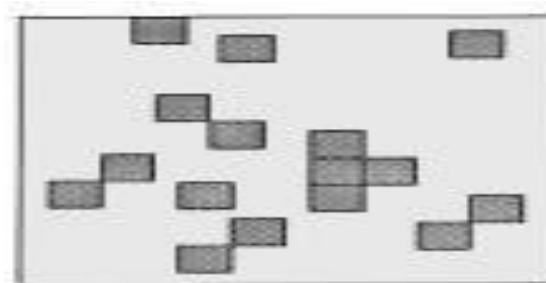
Cette méthode fait un choix des individus, selon plusieurs caractéristiques recherchés (sexe, âge, scolarité, revenus...). Certaines unités ne peuvent avoir aucune probabilité d'être sélectionnées.

L'échantillonnage par quotas est peu couteux et assez rapide ; de plus, il ne suppose pas que l'on possède une liste de tous les individus de la population.

## **2.4. Méthodes probabilistes**

### **2.4.1. Echantillonnage aléatoire simple (EAS)**

Méthode qui consiste à prélever au hasard (c'est-à-dire par tirage aléatoire) et de façon indépendante  $n$  éléments d'une population statistique de  $N$  éléments. Chaque élément de la population possède la même probabilité de faire partie de l'échantillon. Les échantillons sont prélevés indépendamment les uns des autres (Figure 3).



**Figure 03:** Echantillonnage aléatoire simple

## Avantages et inconvénients

Les principaux avantages de l'échantillonnage aléatoire sont :

- De fournir une estimation non biaisée de la moyenne de la population ;
- De permettre le calcul rigoureux de l'erreur d'échantillonnage ;
- De pouvoir modifier facilement le taux de sondage en cours d'exécution.

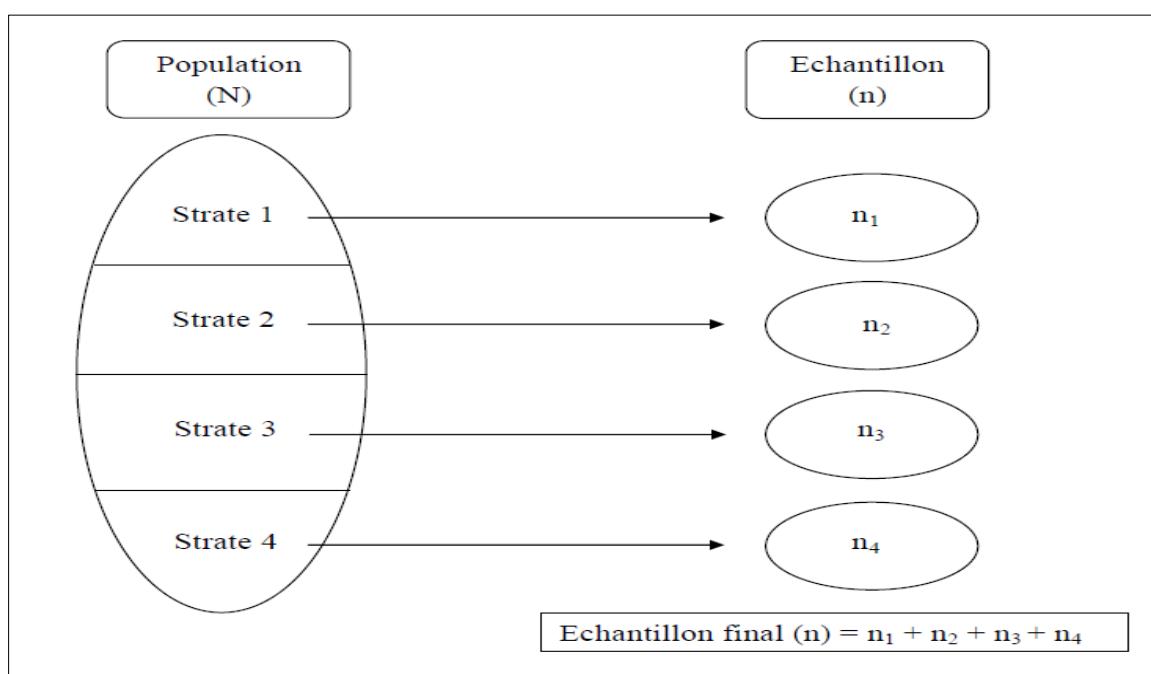
Les principaux inconvénients de cet échantillonnage sont :

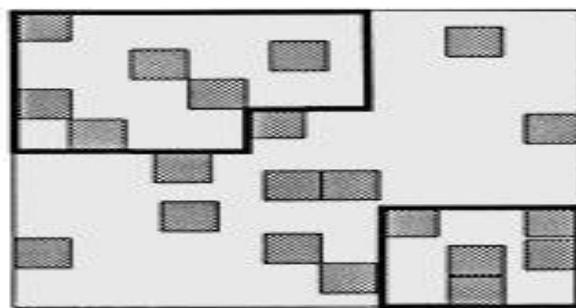
- La nécessité de mettre en œuvre un système de choix aléatoire de points ou de placettes ;
- La difficulté de localiser sur le terrain les points ou les endroits résultant de ce choix ;
- La perte de temps due au déplacement entre les unités d'échantillonnage ;
- Le manque de régularité dans la densité de répartition des unités d'échantillonnage.

### 2.4.2. Echantillonnage stratifié

L'échantillonnage stratifié est une technique qui consiste à subdiviser une population hétérogène, d'effectif  $N$ , en  $P$  sous populations ou « strates » plus homogènes d'effectif  $N_i$  de telle sorte que  $N = N_1 + N_2 + \dots + N_p$ . Un échantillon, d'effectif  $n_i$ , est par la suite, prélevé indépendamment au sein de chacune des strates en appliquant un plan d'échantillonnage au choix de l'utilisateur. Le plus souvent, on procédera par un échantillonnage aléatoire et simple à l'intérieur de chaque strate (Figure 4).

La stratification peut entraîner des gains de précision appréciables, elle facilite en outre les opérations de collecte des données et fournit des informations pour différentes parties de la population.





**Figure 04 :** Echantillonnage stratifié

### **Avantages et inconvénients**

L'échantillonnage stratifié présente plusieurs avantages :

- Des estimations séparées des moyennes et des variances peuvent être réalisées pour chaque strate ;
- Pour une intensité d'échantillonnage donnée, il fournit des estimations plus précises des paramètres de la population et ce d'autant plus que les strates envisagées résultent de l'association d'unités d'échantillonnage plus homogènes ;
- Dans le cadre d'inventaires portant sur des grandes étendues boisées, une distinction en strates peut être très intéressante sur le plan de l'efficacité du travail (progression sur le terrain, contrôles, etc.) ;
- Des dispositifs différents d'échantillonnage peuvent être adoptés dans les différentes strates.

L'échantillonnage stratifié présente plusieurs inconvénients :

- Chaque unité de la population doit obligatoirement figurer dans une seule strate ;
- Un échantillon doit être prélevé dans chaque strate si l'on souhaite effectuer une estimation relative à celle-ci ;
- La dimension de chaque strate doit être connue préalablement à l'échantillonnage ou en tout cas elle doit pouvoir être estimée de manière la plus exacte possible.

### **2.4.3. Echantillonnage systématique**

Dans l'échantillonnage systématique, les unités sont choisies selon un schéma rigide, pré-déterminé, dont l'objectif principal est de couvrir l'ensemble de la population de manière aussi uniforme que possible (Figure 5). Généralement, on distingue trois types de répartition des unités d'échantillonnage :

- En bandes continues ;
- En bandes interrompues ou lignes de placettes ;
- En grilles régulières.

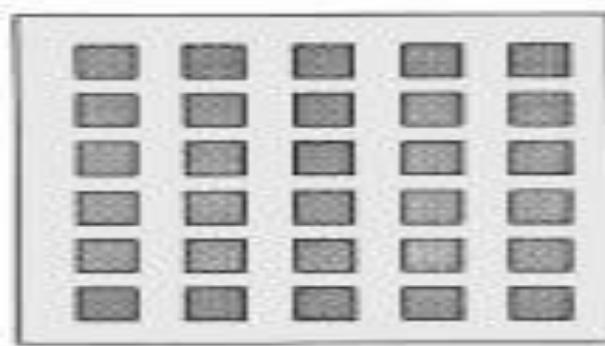
La disposition en bandes continues est surtout utilisée dans le contexte d'inventaire de grandes surfaces ou d'inventaires forestiers régionaux ; des lignes parallèles sont établies à égales distances au sein de la surface à inventorier et la sélection porte sur des bandes de largeur fixée sur chaque ligne.

La disposition en lignes de placettes est une simple modification de l'échantillonnage en bande continue en vue de réduire le temps de travail sur le terrain.

La distance entre lignes varie en relation avec la dimension et la structure de la surface forestière (de 1 à 20 Km, par exemple, dans le cas d'inventaires forestiers nationaux). Des distances de 200 à 1000 m sont fréquentes pour des inventaires de forêts dont les surfaces se situent entre 5000 et 50000 hectares.

L'orientation de ces bandes ou lignes est importante à considérer en relation avec les éléments topographiques, les bandes étant disposées longitudinalement dans le sens des pentes, par exemple, de manière à couvrir aussi uniformément que possible les éventuelles différences de productivité, dues à la topographie.

La disposition en grilles régulières, est surtout utile à considérer dans les inventaires intensifs de petites surfaces forestières, les placettes étant distribuées sur une grille à maille généralement carrées, rectangulaires et dont les côtés correspondent à quelques dizaines ou centaines de mètres.



**Figure 05:** Echantillonnage systématique

### Avantages et inconvénients

L'échantillonnage systématique est souvent préconisé dans les inventaires forestiers, car il réunit un grand nombre d'avantages, parmi lesquels il faut mentionner :

- La localisation plus facile des points de sondage impliquant un repérage rapide et des déplacements moins coûteux ;
- La distribution régulière des points sur l'ensemble de la population, ce qui procure fréquemment plus d'informations par unité de coût que si l'on utilise l'échantillonnage aléatoire;

- La possibilité de donner lieu à une cartographie (localisation spatiale) des caractéristiques estimées.

Les inconvénients, il faut surtout retenir que la modification de taux de sondage en cours d'exécution est difficile à pratiquer dans ce type d'échantillonnage. En outre, et c'est là que réside le problème le plus sérieux, l'erreur d'échantillonnage ne peut plus être déterminée de la même manière que dans le cas aléatoire.

- Les unités d'échantillonnage ne sont plus choisies indépendamment les unes des autres puisque le choix de la première détermine automatiquement la position des autres.
- L'estimation de la moyenne pourrait comporter un biais non négligeable s'il existe une périodicité marquée dans la population échantillonnage (par exemple une succession répétée de crêtes et de vallées à amplitudes relativement constantes correspondant à la distance entre unités d'échantillonnage).

#### **2.4.4. Echantillonnage subjectif**

Il consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs et suffisamment homogènes.

C'est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage. Le chercheur choisit comme échantillons des zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives d'après son expérience ou son « flair ».

De nombreux phytosociologues ou phyto-écologues ont appliqué cette méthode jugée critiquable sur le plan théorique.

#### **Avantages et inconvénients**

- L'échantillonnage subjectif permet, de juger de la validité du choix des variables retenues pour conduire l'échantillonnage stratifié.
- Le principal inconvénient du système, lorsque l'inventaire est peu exhaustif, c'est qu'il ignore généralement toutes les situations non parfaitement homogènes.

#### **Remarque**

Les études bibliographiques montrent que l'on peut combiner plusieurs types d'échantillonnages pour les adapter à leur situation sur le terrain. On parle alors d'**échantillonnage mixte**.

---

---

## Chapitre 03

### *Méthodes d'étude des groupements végétaux*

---

---

## Chapitre 03 : Méthodes d'étude des groupements végétaux

### Introduction

La détermination, la description et le classement des communautés végétales (groupement) repose sur le choix de la définition d'une méthode de caractérisation. Les principales méthodes d'étude de la végétation sont :

- Méthode phisyonomique
- Méthode dynamique
- Méthode phytosociologique
- Méthode phytoécologique

### 3.1. Méthodes d'étude des groupements végétaux

#### 3.1.1. Méthode phisyonomique

Elle se base sur la phisyonomie (aspect particulier) de la végétation sans référence à la composition floristique, (forêt, matorral, steppe..). Elle Permet de définir chaque formation par des caractères structuraux suivants :

- La stratification de la végétation (analyse verticale de la végétation) ;
- La phylogénie (succession dans le temps des phases de développement de la végétation).

Cette méthode est utilisée pour réaliser :

- Une description à petite échelle de la végétation (réalisation de carte) ;
- Une indication des caractères d'un type de végétation.

#### 3.1.2. Méthode dynamique

En général les communautés végétales ne sont pas stables, elles évoluent dans le temps soit par évolution progressive, soit régressive en passant successivement par une série de communautés végétales.

Les associations végétales ne sont pas stables, mais présentent une transformation spontanée et lente, au cours de laquelle des groupements végétaux différents se succèdent : cette transformation est appelée ***dynamisme de la végétation***.

Au bout d'un certain temps de l'ordre du siècle dans les cas favorables, la végétation atteint ordinairement un état boisé (foret) pour atteindre par la suite un état final qui est appelé le ***climax***.

##### 3.1.2.1. Evolution de la végétation

La végétation évolue constamment sous l'effet de pressions écologiques. Cette évolution se manifeste par :

- Des changements dans la **composition spécifique** (apparition/disparition d'espèces) ;
- Des modifications dans la **structure** (densité, hauteur, stratification) ;
- L'évolution des **fonctions écologiques** (productivité, biomasse, cycles biogéochimiques).

L'évolution de la végétation peut être lente (milliers d'années) ou rapide (quelques années après un incendie ou une mise en culture).

### **3.1.2.2. Facteurs influençant l'évolution de la végétation**

Les facteurs influençant l'évolution de la végétation regroupent principalement le climat, le sol, l'action de l'homme et les interactions entre les espèces (Figure 06).

#### **a) Facteurs climatiques**

- Température
- Pluviométrie
- Humidité atmosphérique
- Rayonnement solaire
- Vent

Ils déterminent les grands biomes : forêts méditerranéennes, steppes, savanes, forêts tropicales...

#### **b) Facteurs édaphiques (sols)**

- Texture (sable, limon, argile)
- pH
- Teneur en matières organiques
- Disponibilité en nutriments
- Salinité

Le sol conditionne la distribution des espèces végétales.

#### **c) Facteurs biotiques**

- Compétition entre plantes
- Herbivorie
- Symbioses (mycorhizes, bactéries fixatrices d'azote)

#### **d) Perturbations naturelles**

- Incendies
- Sécheresses
- Inondations
- Cyclones

- Maladies / ravageurs

Elles modifient brutalement la structure des communautés végétales.

#### e) Actions humaines (facteur majeur actuel)

- Déforestation et agriculture
- Urbanisation
- Surpâturage
- Pollution
- Changement climatique
- Introduction d'espèces exotiques envahissantes

Ces pressions accélèrent ou perturbent la dynamique naturelle de la végétation.

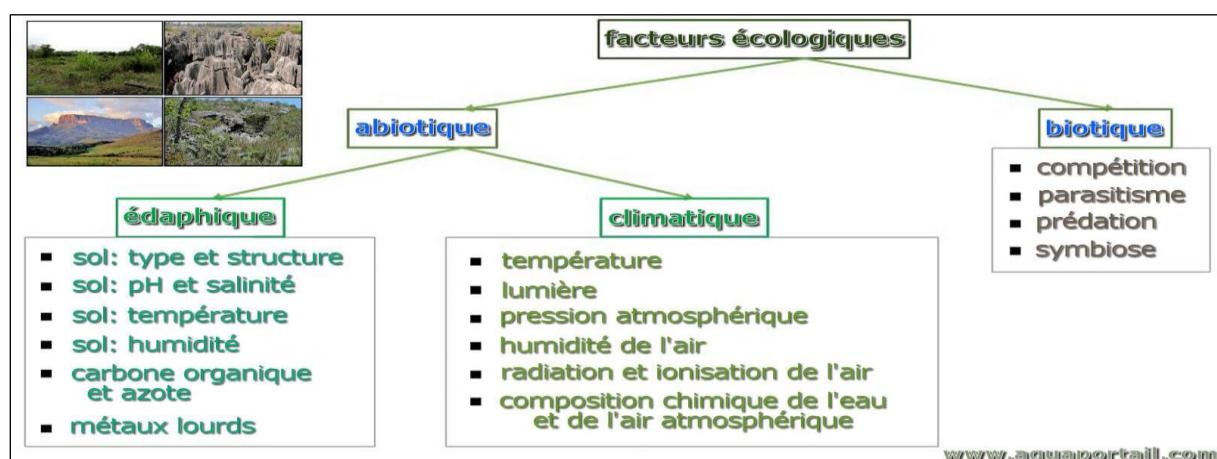


Figure 06: Facteurs influençant l'évolution de la végétation

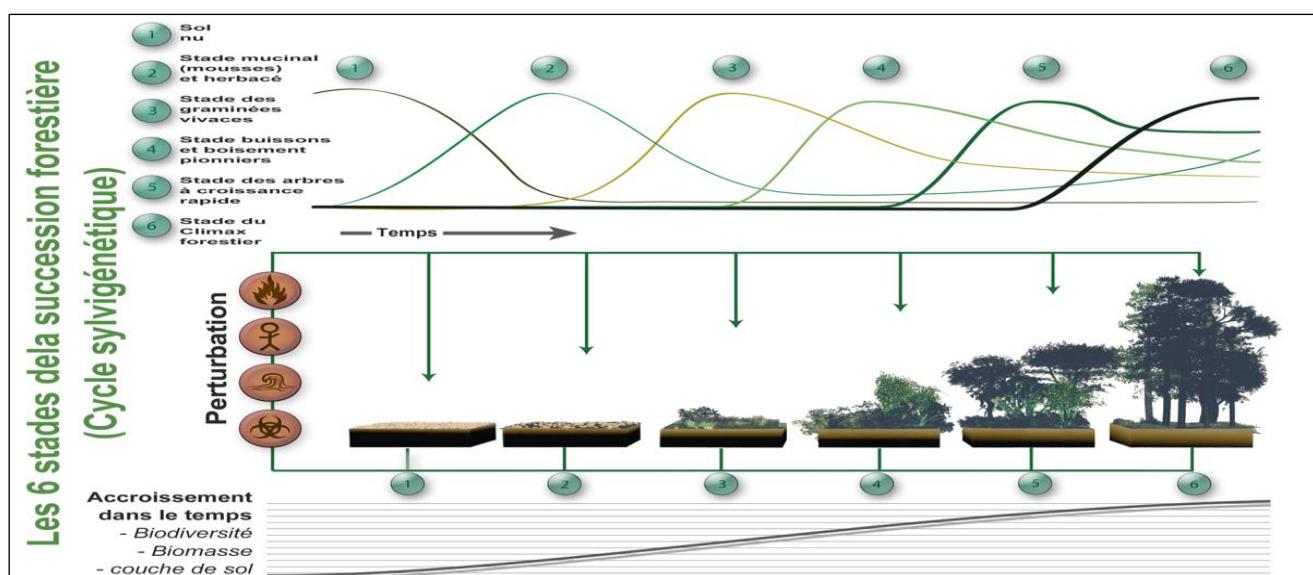
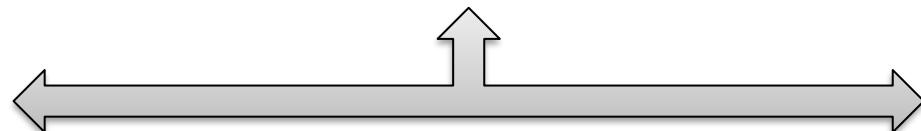


Figure 07: Différents stades de la succession forestière

## Evolution de la végétation



### Evolution progressive

Evolution naturelle aboutissant au climax (sans intervention de l'homme).

- Installation d'un groupement pionnier ; arrivée, installation et le maintien des espèces qui le composent.



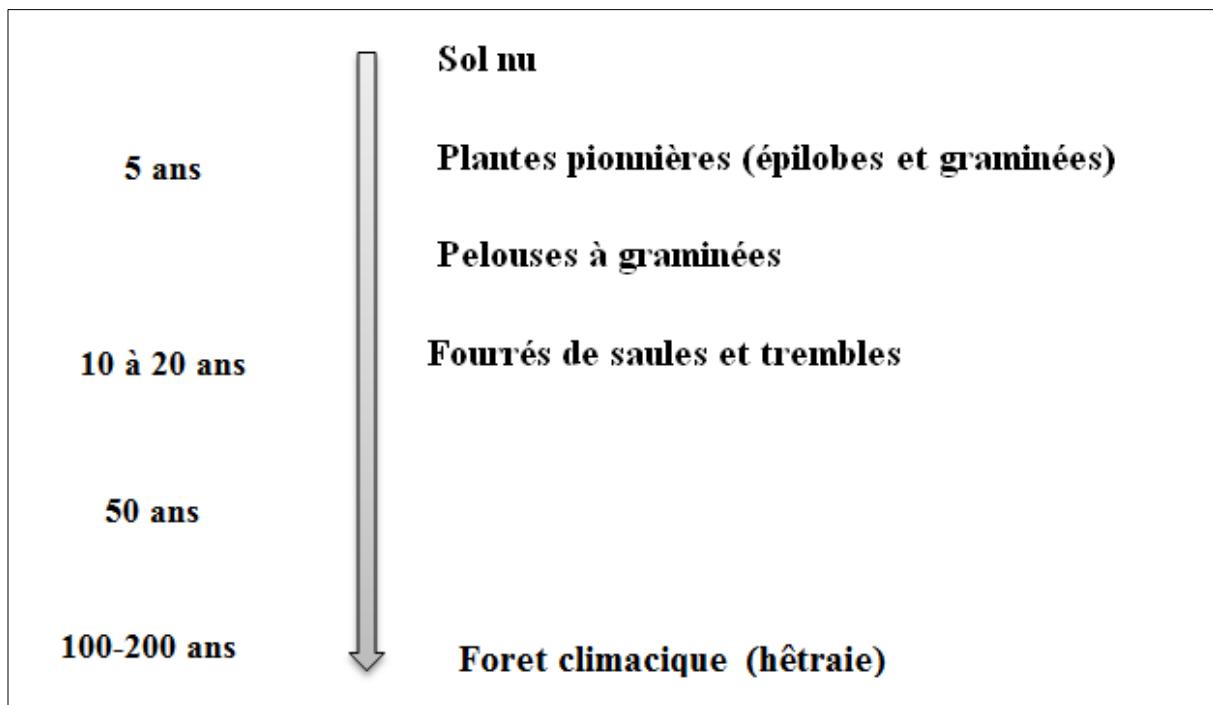
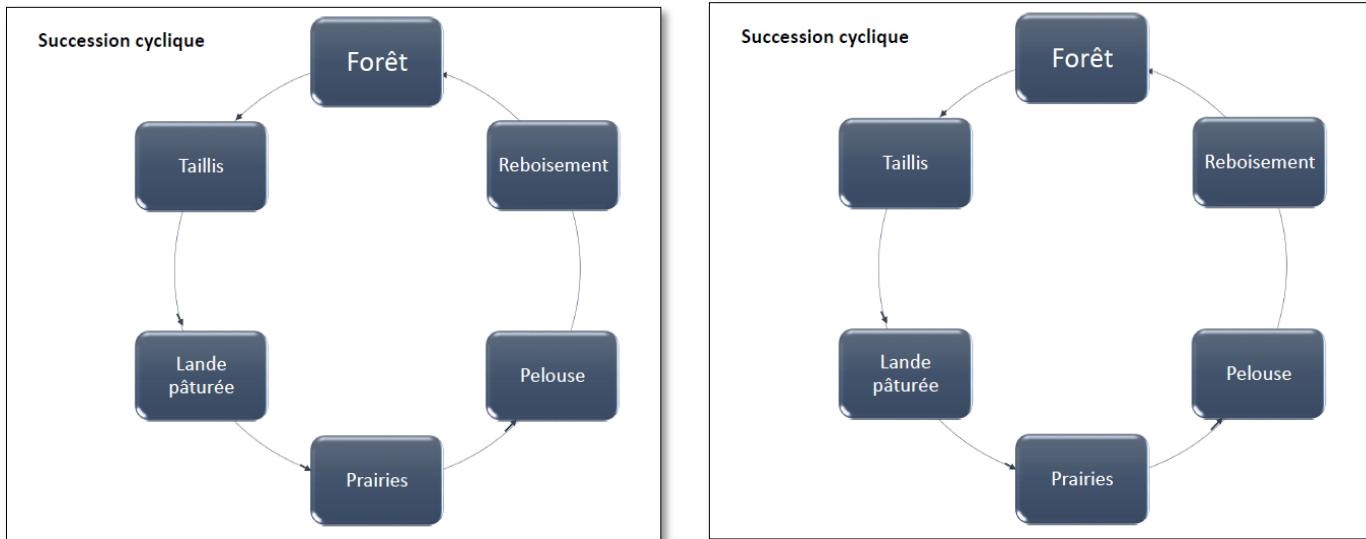
- Pouvoir de dissémination des espèces ;
- Adaptation des espèces aux conditions locales ;
- Chaque espèce supporte concurrence des espèces qui l'entourent ;

Si le milieu est constamment rajeuni sous l'action de l'érosion éolienne par exemple, les groupements pionniers peuvent se maintenir très longtemps.

### Evolution régressive

Intervention d'un phénomène naturel ou anthropique pour reconduire une végétation vers des stades antérieurs.

**Figure 08 :** Evolution de la végétation



**Figure 09 :** Dynamisme de la végétation

### 3.1.2.3. Succession écologique : moteur principal de l'évolution de la végétation

La succession écologique constitue le moteur principal de l'évolution de la végétation, car elle décrit les changements progressifs des communautés végétales au fil du temps, depuis les espèces pionnières jusqu'aux formations végétales stables (Figure 10). On distingue deux étapes de succession ; succession primaire et succession secondaire (Figure 11).

#### a) Succession primaire

Se produit sur un milieu totalement dépourvu de sol :

- Coulée de lave

- Dunes vives
- Sols dénudés par le retrait d'un glacier

### Étapes :

- Colonisation par organismes pionniers (lichens, mousses)
- Formation d'un début de sol
- Installation d'herbacées
- Installation d'arbustes
- Forêt mature ou climax

C'est un processus très long (centaines à milliers d'années).

### b) Succession secondaire

Sur un sol existant mais perturbé :

- Incendie
- Abandon de terres agricoles
- Coupe forestière
- Pâturage intensif

### Étapes :

- Espèces pionnières à croissance rapide
- Formation d'un couvert végétal dense
- Installation de plantes plus compétitives
- Retour progressif à un stade proche du climax

Plus rapide que la succession primaire (années à décennies).

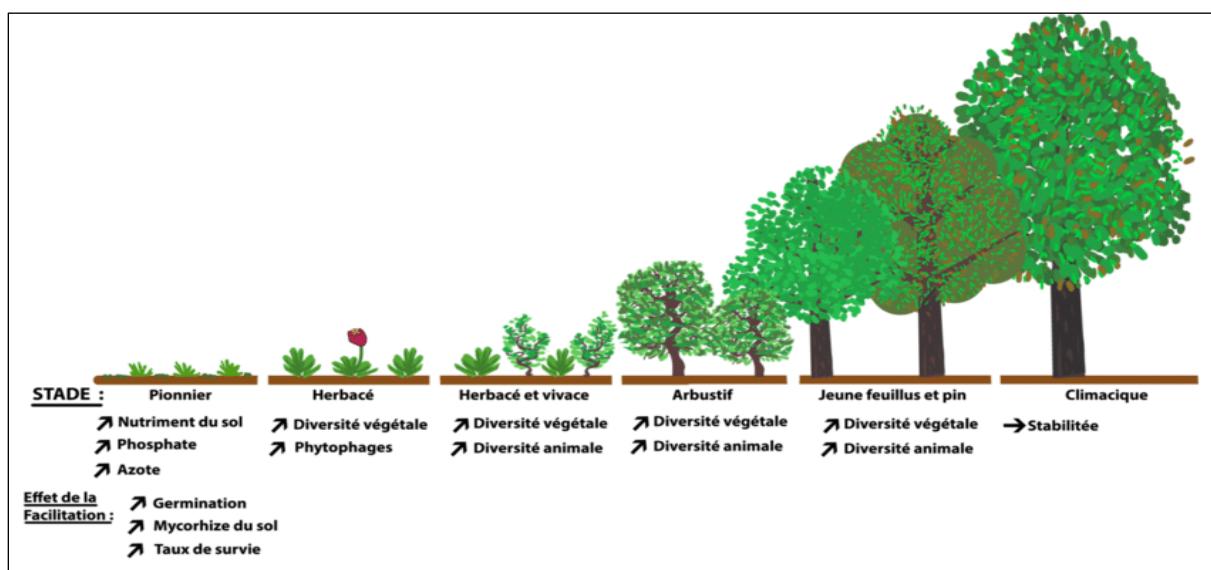
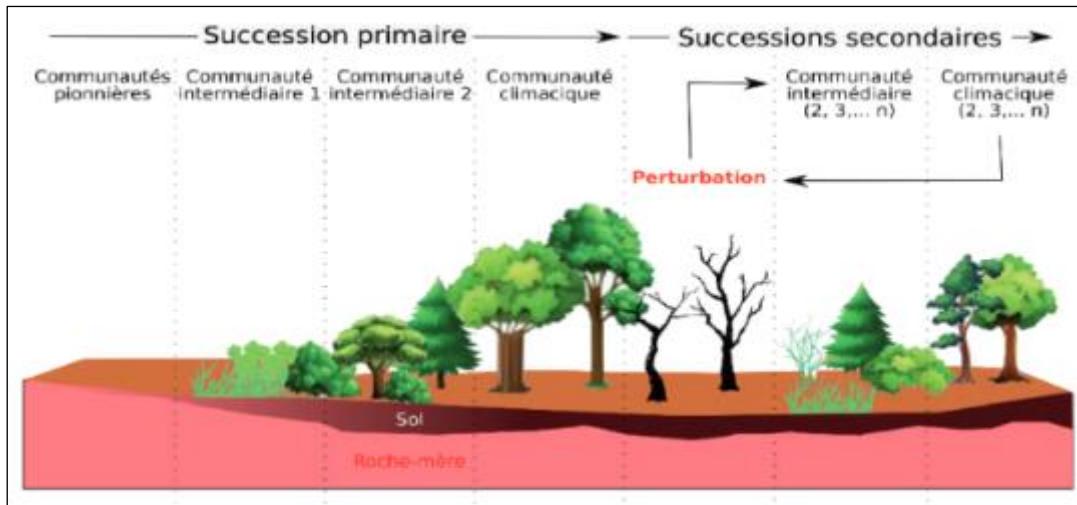


Figure 10: Succession écologique



**Figure 11:** Succession primaire et succession secondaire

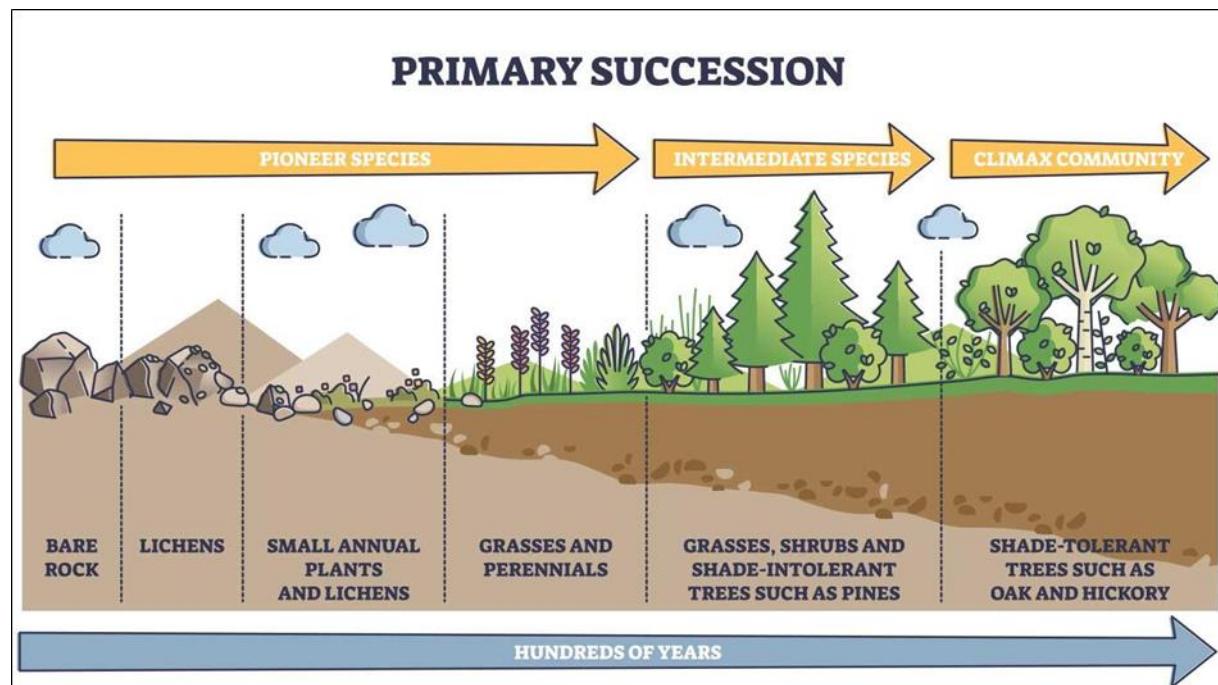
### c) Climax écologique

Stade d'équilibre théorique où la végétation est stable et adaptée aux conditions du milieu. Aujourd'hui, les activités humaines empêchent souvent l'atteinte du climax (Figure 12).

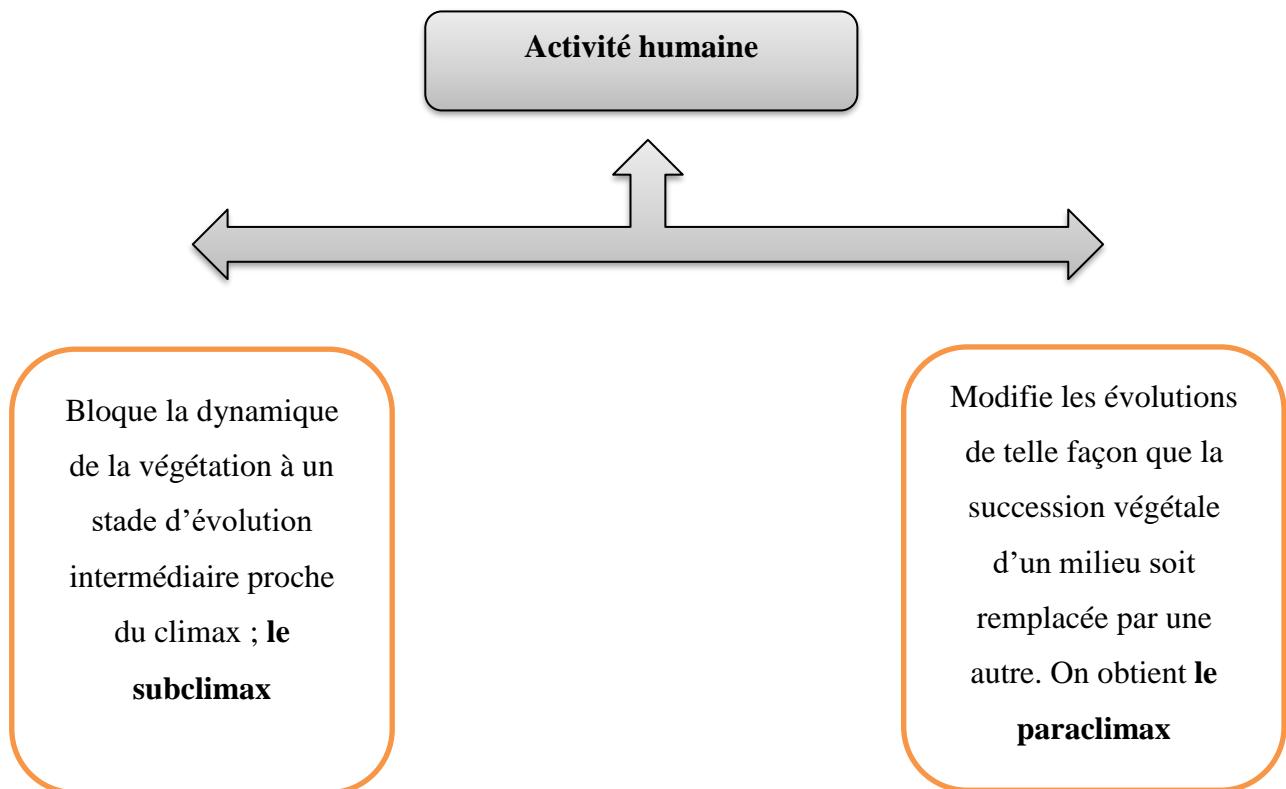
**Donc le climax :**

- Stade final de la végétation ;
- Souvent forestier ;
- Stable (de point de vue composition floristique que structure).

La végétation climacique est en accord avec le milieu physico-chimique (climat régional, substrat, ...etc) ou en équilibre avec les conditions du climat et du sol.



**Figure 12 :** Evolution de la végétation (Climax)



**Figure 13:** Subclimax et paraclimax

**Série de végétation ou série :** ensemble des communautés végétales qui vont succéder jusqu'au climax et celles qui en dérivent par dégradation. La série est désignée par le nom du climax correspondant (exemple : série du chêne vert).

#### 3.1.2.4. Évolution de la végétation à long terme (échelle géologique)

À long terme, à l'échelle géologique, l'évolution de la végétation est marquée par les changements climatiques, les mouvements des continents et l'évolution des espèces, qui modifient profondément la répartition et la composition des flores terrestres (Figure 14, Figure 15).

##### a) Migration des espèces selon les climats

Durant les glaciations et les réchauffements climatiques passés, les plantes ont migré vers le sud ou le nord.

Cela explique la répartition actuelle des grandes forêts et steppes.

##### b) Apparition et disparition d'espèces (évolution biologique)

- Adaptations morphologiques
- Spéciation
- Extinction d'espèces sensibles

La diversité actuelle est le résultat d'une longue histoire évolutive.

### 3.2.1.5. Évolution récente de la végétation liée à l'homme

#### a) Dégradation et régression de la végétation

- Désertification dans les zones arides
- Régression des forêts méditerranéennes
- Fragmentation des habitats

#### b) Banquettes, plantations et restauration écologique

Actions visant à restaurer la végétation :

- Reboisement
- Semis d'espèces autochtones
- Lutte anti-érosive
- Gestion des parcours pastoraux

#### c) Introduction d'espèces exotiques

Certaines deviennent envahissantes :

- *Opuntia ficus-indica*
- *Eucalyptus spp.*
- *Acacia mearnsii*

### 3.2.1.6. Exemples d'évolution de la végétation en Algérie (selon les zones)

#### a) Nord (zone littorale et Tell)

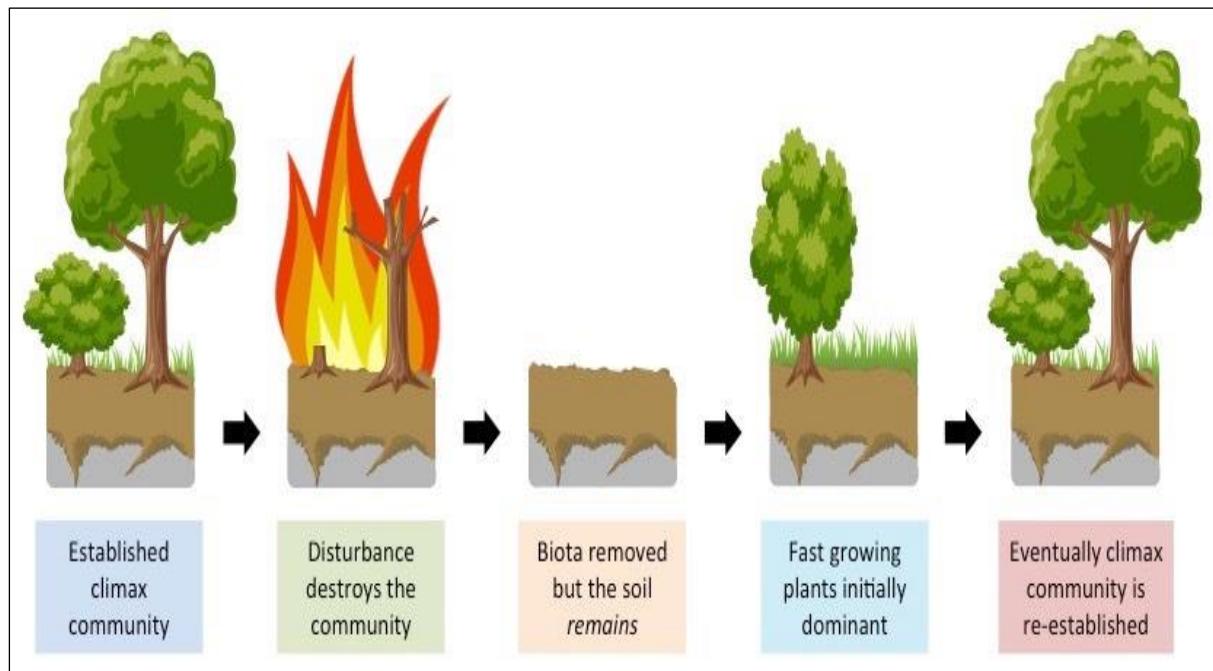
- Pression humaine forte → régression du chêne-liège et chêne-zen
- Remplacement par maquis, broussailles et espèces opportunistes

#### b) Hautes Plaines

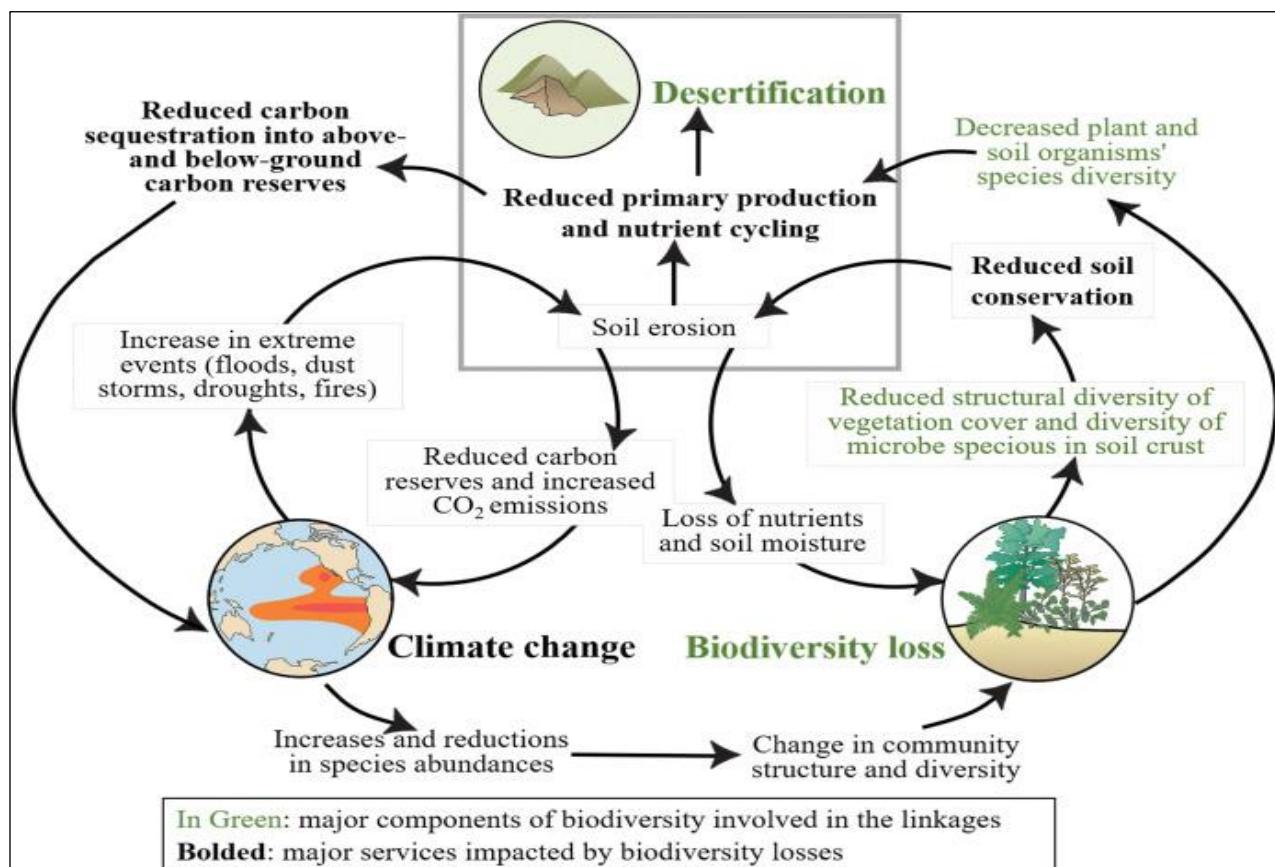
- Dégradation des steppes à *Stipa tenacissima*
- Prolifération d'armoises (*Artemisia herba-alba*) en cas de surpâturage

#### c) Sahara

- Végétation très clairsemée
- Adaptations extrêmes (xérophytisme)
- Oasis modifiées par l'agriculture irriguée



**Figure 14:** Impact d'une perturbation (incendie) et régénération



**Figure 15:** Dégradation et désertification de la végétation

### **3.1.3. Méthode phytosociologique**

Cette méthode est utilisée pour déterminer les groupements végétaux ou les associations végétales.

#### **3.1.3.1. Relevé de végétation**

*Le groupement végétal* est un ensemble d'organismes végétaux vivant dans un territoire donné. C'est un ensemble de plante, réunit dans une même station, par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines. La composition floristique en est relativement constante quand on compare entre aires des stations semblables.

*L'association végétale* est une combinaison originale d'espèces, dont certaines dites caractéristiques lui sont particulièrement liées, les autres étant qualifiées de compagnes. L'association végétale est représentée par l'individu d'association qui est une surface de végétation représentative sur le terrain de l'association végétale, il est le seul objet concret de la phytosociologie, l'individu d'association sera décrit par le relevé.

Pour réaliser le relevé on doit considérer l'uniformité des conditions écologiques, la dominance d'une ou plusieurs espèces et l'homogénéité phisyonomique (répétition d'un même groupe d'espèces sur une certaine surface).

Le relevé comporte les catégories d'informations suivantes:

#### **Informations Géographiques**

- Date;
- Lieu ou localité;
- Coordonnées géographique;
- Altitude;
- Pente;
- Exposition

#### **Informations environnementales**

- Drainage;
- Lithologie;
- Paramètres édaphiques;
- Facteurs biotiques;
- Microrelief.

## **Informations floristiques**

Liste des espèces végétales (inventaire), éventuellement en fonction de la stratification des individus (arbres, arbustes, herbes) avec des indications quantitatives d'abondance et de recouvrement et mesures dendrométriques (circonférence à 1, 30m et hauteur totale).

- **Description phisonomique**

Avant d'en arriver à l'examen détaillé il est bon de noter l'aspect général de la végétation. Et tout d'abord s'agit-il d'une pelouse, d'un bois ou d'un maquis. Si nous sommes au niveau d'un bois, essayant d'en décrire la phisonomie des grandeurs extrêmes aux besoins.

- **Couverture du sol**

Un autre détail important est la couverture du sol. Pour le bois au moins trois strates: celle des arbres qui par leur feuilles arrêtent plus ou moins la lumière; celle des arbustes et celles des herbes.

Le pourcentage de couverture des arbres est relativement facile à apprécier ex: si l'ombre est opaque dans les bois de cèdre les strates arbustives sont souvent presque absentes, tandis qu'elles sont relativement abondantes dans les forêts peu denses. Dans les clairières l'importance relative de ces trois strates sera donc significative.

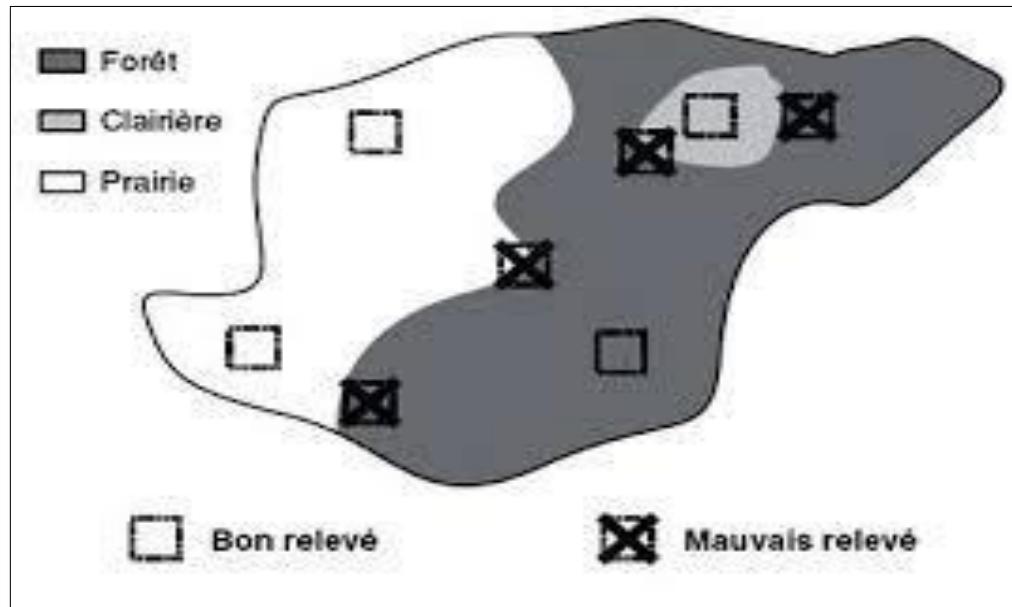
- **Recensement ou inventaire**

Après avoir noté ses aspects généraux de taille et de volume, il faut en arriver à l'étude de toutes les plantes qui apparaissent dans les relevés.

- **Choix et délimitation des emplacements**

Le choix de l'emplacement des relevés doit prendre en considération l'homogénéité de la végétation. En fait, la station doit être recouverte d'une végétation homogène afin d'éviter des zones de transition. En réalisant les relevés au sein des groupements à analyser, on évite l'effet lisière que l'on rencontre en bordure et en contact avec d'autres groupements (Figure 16).

Le choix de l'emplacement du relevé se fait en fonction des plantes rencontrées, de la topographie, de la géologie, de la pédologie (cela dépend de ce que l'on veut déterminer).



**Figure 16:** Choix et délimitation des emplacements

La surface du relevé soit au moins égale à « l'aire minimale », ou autrement dit « une surface suffisamment grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes sur l'individu d'association ».

#### Aire minimale phytosociologique

On appelle aire minimale celle qui correspond au début du palier et qui permet d'être assuré avec une forte probabilité d'avoir observé presque toutes les espèces du groupement. Cette aire est sensiblement constante pour les divers relevés d'un groupement déterminé mais varié beaucoup d'un groupement à l'autre (Tableau 1).

**Tableau 01:** Surface de l'aire minimale de différents groupements

Groupement	Aire minimale (m <sup>2</sup> )
Forêt	100-400
Lande	20-100
Pelouse	20-50
Prairie	10-20
Tourbières	01-05
Rochet	Quelques Cm <sup>2</sup>
Jusqu'à 1 hectare en forêt tropicale (flore particulièrement riche)	

### **3.1.3.2. Mesures analytiques (informations relevées pour chaque espèce)**

Les espèces ne sont pas distribuées d'une manière identique dans le relevé. Certaines sont beaucoup plus abondantes couvrant une partie importante du sol et paraissent jouer un rôle dominant, d'autres au contraire sont relativement rare.

Les échelles chiffrées conventionnelles permettront de décrire cette distribution en surface d'une manière qui soit comparable d'un travail à l'autre. L'échelle de BRAUN BLANQUET est celle qui est retenue dans les études phytosociologiques essentiellement à travers les formations végétales méditerranéenne.

#### **Abondance-dominance**

**Abondance** : la proportion relative des individus d'une espèce donnée.

**Dominance** : la surface recouverte par les individus de cette espèce.

#### **Echelle des coefficients d'abondance-dominance de Braun Blanquet**

- Coefficient 5: espèce à recouvrement plus de 3/4 de la surface du relevé soit plus de 75%.
- Coefficient 4: espèce à recouvrement compris entre 3/4 et 1/2 soit 60%.
- Coefficient 3: espèce à recouvrement compris entre 1/2 et 1/4 soit 40%.
- Coefficient 2: espèce abondante mais couvrant moins de 1/4 soit 20%.
- Coefficient 1: espèce bien représentée mais couvrant moins de 1/20 soit 5%.
- Coefficient +: espèce présente mais non chiffrable soit 0,1%.
- Coefficient r : espèce rare.

#### **Sociabilité**

Dans un relevé les individus d'une même espèce ne se groupent pas tous de la même façon. Les individus sont alors soit régulièrement répartis ou au contraire agglomérés dans certaines parties du relevé.

On appelle espèce sociable celle dont les individus sont groupés. La sociabilité désigne le degré de dispersion spatiale des individus.

Par ailleurs, dans un relevé pour une même valeur d'abondance-dominance la répartition des individus peut être différente selon que les individus soit isolés les uns des autres, qu'ils forment de petites colonies ou de peuplement compactes.

Elle peut être ajoutée au coefficient d'abondance-dominance, on la séparant de celui-ci par un tiret ou un point.

### **Echelle de sociabilité de Braun Blanquet**

- 1: individus isolés, croissance solitaire;
- 2: individus en petits groupes ou en touffes;
- 3: individus groupés en tâches ou des coussins;
- 4: petites colonies nombreuses ou formant un large tapis;
- 5: population presque pure.

### **Echelle de degré de présence**

r : < 6%

+ : 6 à 10%

Classe I : fréquence est comprise entre 11 et 20 % (espèce très rare)

Classe II : fréquence est comprise entre 21 et 40 % (espèce rare ou accidentelle)

Classe III : fréquence est comprise entre 41 et 60 % (espèce relativement fréquente)

Classe IV : fréquence est comprise entre 61 et 80 % (espèce abondante)

Classe V : fréquence est comprise entre 81 et 100 % (espèce très abondante ou constante)

### **3.1.3.3. Etapes synthétique**

L'analyse au terrain et le tri des relevés par une méthode de traitement des données aboutit à la mise en évidence de tableaux homogènes décrivant des syntaxons.

### **Méthode des tableaux**

Le tri et la comparaison analogique des relevés se faisaient au moyen de la méthode des tableaux, décrite très en détail par Ellenberg (1956 *in* Gounot, 1969). Gehu (1980) souligne que le perfectionnement de la méthodologie des tableaux a été poussé à l'extrême dans l'école de Tüxen où la rigueur des techniques tabellaires qui y sont pratiquées est bien connue (Tableau 2, Tableau 3).

Tableau 02: Méthodes des tableaux

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Zizifus lotus</i>							<b>1.4</b>					
<i>Micropus bombycinus</i>								+	+	+		
<i>Artemisia herba-alba</i>	<b>3.3</b>						<b>1.1</b>				<b>1.2</b>	
<i>Lygeum spartum</i>				+								
<i>Paronychia argentea</i>				+	+							
<i>Stipa tenacessima</i>							<b>3.4</b>					<b>2.4</b>
<i>Plantaga albicans</i>									+	<b>1.1</b>		
<i>Atractylis humilis</i>		+						+		<b>1.1</b>		
<i>Noaea muronata</i>	<b>2.2</b>						<b>1.2</b>				<b>2.2</b>	
<i>Thymelaea hirsuta</i>			+					<b>1.2</b>				+
<i>Stipa parviflora</i>							<b>1.4</b>	<b>2.3</b>				
<i>Genista microcephala</i>	<b>1.2</b>			+							<b>1.2</b>	

Tableau 03 : Tableau phytosociologique ou d'association

	R1	R6	R11	R4	R5	R12	R7	R3	R9	R10	R2	R8
<i>Artemisia herba-alba</i>	<b>3.3</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>									
<i>Lygeum spartum</i>		+		+								
<i>Noaea muronata</i>	<b>2.2</b>	<b>1.2</b>	<b>2.2</b>									
<i>Genista microcephala</i>	<b>1.2</b>		<b>1.2</b>	+								
<i>Zizifus lotus</i>						+		<b>1.4</b>	+			
<i>Stipa tenacessima</i>							<b>2.4</b>	<b>3.4</b>				
<i>Paronychia argentea</i>						+			+			
<i>Thymelaea hirsuta</i>							+	<b>1.2</b>	+			
<i>Stipa parviflora</i>					<b>1.4</b>		<b>2.3</b>					
<i>Micropus bombycinus</i>									+	+	+	+
<i>Plantaga albicans</i>									+	<b>1.1</b>		
<i>Atractylis humilis</i>									<b>1.1</b>	+	+	+

## **Les listes synthétiques**

L'élaboration d'une liste synthétique (ou colonne romaine) se fait à partir d'un tableau phytosociologique de détail (tableau d'association). Il réunit et compare non plus les relevés, mais les colonnes de présences. La présence est en fait l'expression de la fréquence au sens statistique de chaque espèce dans le tableau d'association.

Les pourcentages de présence d'une espèce dans un tableau sont habituellement répartis en plusieurs catégories dites "classes de présence", exprimées par des chiffres romains selon l'échelle de présence.

Par exemple, dans un tableau de 8 relevés, une espèce présente dans 5 relevés aura une fréquence de 5/8 soit 62.5 %, qui correspond à un coefficient de présence IV.

## **3.2. Méthodes de quantification de la végétation**

### **3.2.1. Procédés de détermination**

Il existe plusieurs méthodes d'analyse floristique qui permettent de caractériser l'association phytosociologique constituant une prairie, parmi ces méthodes nous citons :

#### **Procédé de RAUKIER**

Il consiste à jeter au hasard sur l'aire étudiée un carré métallique de 1 mètre ou 50 cm de côté, ensuite on effectue à l'intérieur du carré le relevé (comptage), cette opération sera répétée au moins cinq (05) fois pour 100 m<sup>2</sup>.

#### **Procédé de Jaccard**

Avec ce procédé, on étudie des carrés juxtaposés de un m<sup>2</sup>.

#### **Méthode linéaire ou méthode de points quadrats**

C'est une méthode simple, rapide et objective, effectuée pour des mesures ponctuelles. Elle peut être utilisée pour étudier la structure de toute végétation basse à condition qu'il n'ait pas de vent trop fréquent, son principe consiste à noter la fréquence de différents éléments.

#### **Méthode du « double mètre » de DAGET et POSSONNET**

Elle consiste à faire un échantillonnage sur des longueurs de deux mètres déterminées au hasard. Sur cette longueur on relève, par exemple tous les quatre centimètres, les espèces qui entrent en contact avec la verticale au point considéré matérialisé par une aiguille enfoncee perpendiculairement au sol.

#### **Méthodes de VRIES**

Elle consiste à faire des dénombrements de plantes présentes dans des quadrats de 25 cm<sup>2</sup> ou sur des surfaces de 1/4 dm<sup>2</sup>.

L'échantillonnage est réalisé de façon aléatoire ou systématique sur une ligne (transect) .

#### **Méthode circum linéaire**

C'est un relevé linéaire auquel est associé un mouvement circulaire, le principe consiste à prendre le relevé linéaire classique ou fixe l'une des extrémités du ruban gradué, dans les quatre directions des points cardinaux .

### 3.2.2. Analyse différentielle

#### Coefficient de similitude

Le coefficient de similitude (ou coefficient de communauté) a pour but de caractériser objectivement et quantitativement le degré de ressemblance de deux listes (ou 2 relevés) d'espèces au moyen d'un seul nombre.

Désignons par  $P$  le coefficient de similitude, par  $a$  le nombre d'espèces dans la liste A, par  $b$  le nombre d'espèces dans la liste B et  $c$  le nombre d'espèces communes aux deux listes A et B.

Trois formules principales sont utilisées pour la végétation.

$$P_k = [(c/a) + (c/b)/2]*100 \text{ (KULCZINSKI, 1928)}$$

$$P_j = (c/a+b-c)*100 \text{ (JACCARD, 1901)}$$

$$P_s = (2c/a+b)*100 \text{ (SORENSEN, 1948)}$$

L'analyse différentielle proprement dite consiste à calculer la matrice de coefficients de similitude entre tous les relevés à comparer pris deux à deux. On cherche ensuite empiriquement, par des permutations de lignes et de colonnes, à regrouper les relevés ayant des coefficients de similitudes élevés entre eux et faibles avec les autres.

Les relevés ainsi groupés constituent un groupement végétal défini non plus comme chez Braun-Blanquet par la présence d'espèces caractéristiques fidèles mais par la ressemblance globale des listes.

---

---

## Chapitre 04

### *Méthodes d'échantillonnage de la faune*

---

---

## Chapitre IV : Méthodes d'échantillonnage de la faune

### Introduction

L'étude de la faune constitue un élément essentiel pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes et évaluer l'état de la biodiversité. Afin de caractériser la distribution, l'abondance et la diversité des espèces animales, il est indispensable de recourir à des méthodes d'échantillonnage fiables, reproductibles et adaptées aux caractéristiques écologiques des groupes étudiés. Ces méthodes, qu'elles soient directes (observations, transects, points d'écoute) ou indirectes (empreintes, pièges photographiques, indices de présence), permettent d'obtenir des données représentatives de la réalité du terrain tout en minimisant la perturbation des organismes et de leur habitat.

Le choix de la méthode dépend de plusieurs facteurs, notamment le type de faune ciblée, son comportement (diurne, nocturne, discret, mobile), les conditions du milieu et les objectifs de l'étude (inventaire, suivi à long terme, estimation de population). Une méthodologie rigoureuse est indispensable pour garantir la qualité scientifique des résultats, assurer une comparaison dans le temps et l'espace, et appuyer les actions de gestion et de conservation.

Ainsi, les méthodes d'échantillonnage de la faune constituent un outil fondamental pour les écologues, gestionnaires d'espaces naturels et chercheurs, en permettant d'éclairer les décisions relatives à la protection des espèces et à la préservation des écosystèmes.

Il existe plusieurs méthodes d'inventaire selon les espèces à étudier, les caractéristiques physiques du milieu, les renseignements à obtenir et les ressources dont on dispose.

### 4.1. Méthodes d'échantillonnage des mammifères

Il existe deux grands types d'échantillonnage :

L'échantillonnage indirect au cours duquel l'animal est décelé, et dénombré si possible, par les traces que laissent certaines de ses activités : pistes, terriers, nids, huttes, excréptions, alimentation, etc ...

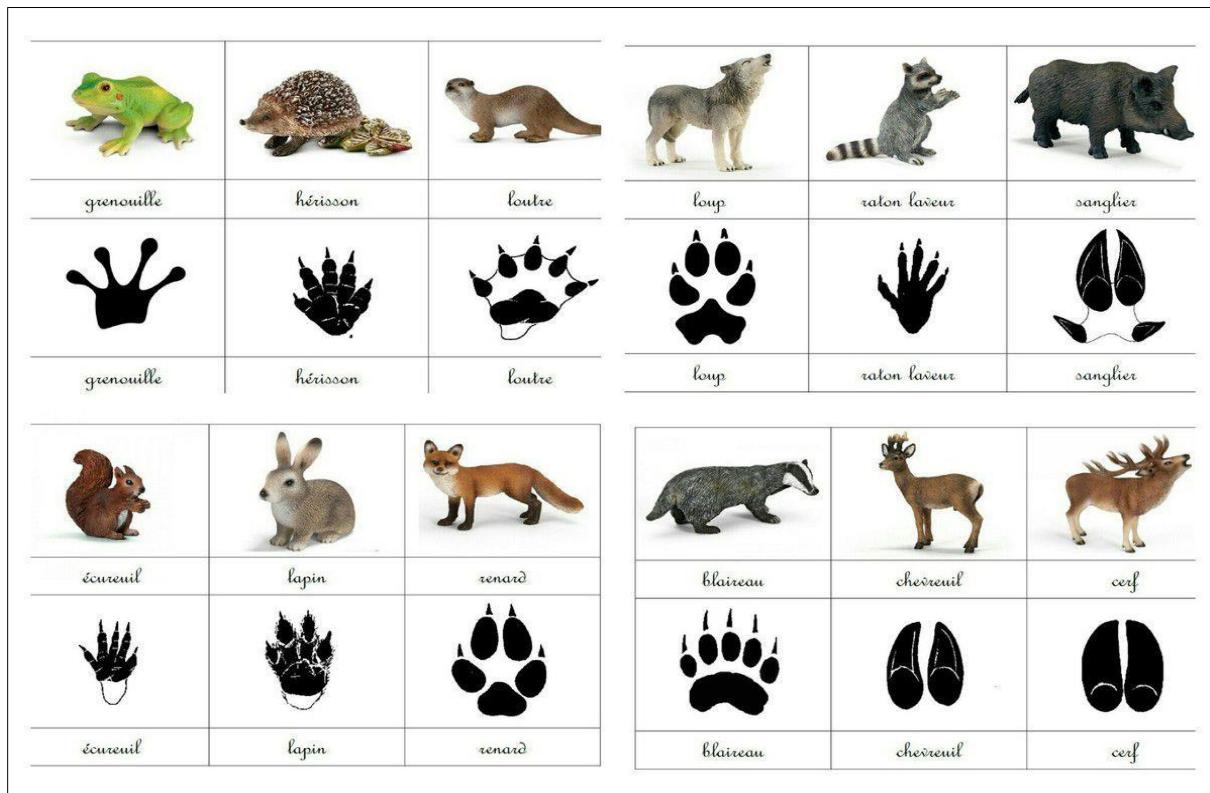
L'échantillonnage direct au cours duquel les individus eux-mêmes sont perçus et comptés par observation, tir au fusil, capture au piège, etc ...

#### 4.1.1. Techniques d'échantillonnage indirect

Ces techniques sont utilisées pour détecter et identifier les mammifères présents dans le milieu observé.

## A)- Empreintes

L'utilisation des pistes pour localiser et même dénombrer les animaux est une méthode d'usage courant pour les grands Mammifères. Elle est préliminaire à tous les piégeages utilitaires ou scientifiques employés pour les petits Mammifères (Figure17).



**Figure 17:** Traces et empreintes des mammifères

### 1. Principe de la méthode

Les empreintes permettent de repérer la présence, la fréquence de passage, parfois la taille, et même le comportement des mammifères :

- Déplacement (marche, trot, course),
- Activité de recherche de nourriture,
- Zones de repos,
- Interactions (chasse, fuite).

Ces traces peuvent être relevées sur : sol humide, sable, boue, poussière, neige.

### 2. Mise en place du protocole chez les mammifères

#### a) Choix des zones propices

Les mammifères fréquentent souvent les mêmes types d'endroits :

- Pistes et sentiers forestiers,
- Lits d'oueds, zones sablonneuses,
- Clarières et bords des points d'eau,

- Zones de passage obligé (écotones, vallons, corridors naturels).

### b) Méthode des transects d'empreintes

L'observateur suit un trajet de longueur définie (100 m – 1 km) et note :

- Empreintes visibles,
- Espèce associée,
- Direction de marche,
- Frais ou ancienneté de la trace,
- Nombre d'individus (si possible).

### c) Méthode des placettes ratissées

On crée un petit carré au sol (1×1 m ou plus), que l'on nettoie et ratissait pour que toute nouvelle empreinte soit visible.

## 3. Identification des mammifères à partir des empreintes

Les empreintes de mammifères sont identifiables selon :

### a) Nombre de doigts

- 4 doigts : carnivores (renard, chacal, chat sauvage) ,
- 5 doigts : mustélidés (blaireau), hérisson (petites traces 5 doigts),
- 2 sabots : ongulés (gazelle, sanglier).

### b) Forme du coussinet

- Carnivores : coussinet en forme triangulaire ou de haricot,
- Félins : empreinte arrondie, sans griffes visibles,
- Canidés : empreinte ovale, griffes visibles,
- Rongeurs : petites empreintes 4 doigts avant / 5 arrière.

### c) Taille de l'empreinte

La taille de l'empreinte permet d'identifier les mammifères lors de l'échantillonnage indirect, car elle fournit des informations sur l'espèce, l'âge et parfois le sexe de l'animal (Tableau 4).

**Tableau 04** : Quelques exemples utiles

Espèce	Taille approximative
Renard roux	4 à 5 cm
Chacal doré	5 à 6,5 cm
Chat sauvage	3,5 à 4 cm (sans griffes)
Sanglier	4-7 cm (sabot fendu)
Lièvre	6-10 cm (grandes pattes arrière)
Fennec	3-4 cm (empreintes fines)

#### 4. Estimation de l'abondance relative

On calcule souvent un **indice de fréquentation** :

- **Pour les transects :**

$$\text{Indice} = \text{Nombre d'empreintes} / \text{Longueur parcourue}$$

- **Pour les placettes :**

$$\text{Indice} = \text{Nombre d'empreintes} / (\text{Surface} \times \text{Temps})$$

Ces indices permettent d'évaluer :

- L'utilisation d'un habitat,
- La densité approximative,
- L'évolution d'une population dans le temps.

#### 5. Avantages et limites chez les mammifères

##### Avantages

- Méthode non invasive,
- Très efficace pour les espèces nocturnes (sanglier, fennec, genet, etc.),
- Peu coûteuse et facile à mettre en place,
- Permet un suivi à long terme.

##### Limites

- Dépend des conditions météorologiques (pluie, vent, sol sec),
- Risque de confusion entre espèces proches (chacal vs renard),
- Les traces s'effacent rapidement en milieux arides.

#### 6. Exemple d'application en Algérie

##### Fennec (*Vulpes zerda*)

Détection dans les dunes grâce à ses empreintes fines et rapprochées.

##### Sanglier (*Sus scrofa*)

Traces de sabots profondes dans sols boueux en zones forestières.

##### Chacal doré (*Canis aureus*)

Empreintes allongées et griffes visibles dans zones steppiques.

##### Chat sauvage africain (*Felis lybica*)

Empreinte arrondie, sans griffes, en zones rocheuses ou forestières.

## B) -Crottes et laissées

### 1. Définition

**Les crottes (ou fèces)** = excréments laissés par un animal.

**Les laissées** = ensemble de dépôts (crottes, urine, restes alimentaires, sécrétions)

généralement utilisés pour **marquer le territoire, communiquer ou délimiter un parcours**.

Chez les mammifères, ces indices sont très variés en forme, taille et contenu, selon l'espèce et son régime alimentaire (Figure 18).

C'est surtout pour les Lagomorphes que le comptage des pelotes fécales a été développé.



**Figure 18:** Crottes des animaux

### 2. Intérêt scientifique des crottes et laissées

L'étude des crottes permet de :

- Confirmer la **présence** de l'espèce
- Déterminer le **régime alimentaire** (poils, graines, os, fibres végétales)
- Repérer un **territoire fréquenté**
- Estimer l'**activité** ou la **densité relative**
- Détecter des **interactions** (prédateurs / proies)

### 3. Méthodologie d'échantillonnage

#### a) Recherche sur le terrain

Les crottes sont particulièrement fréquentes :

- Le long des sentiers,
- Près des points d'eau,
- Au pied des arbres ou rochers,

- Sur les crêtes et buttes (pour les carnivores territoriaux),
- A l'entrée des terriers.

### b) Mise en place de transects

Comme pour les empreintes, on suit un itinéraire fixe (ex : 500 m – 1 km) et on note :

- nombre de crottes,
- localisation GPS,
- état (frais / ancien),
- type (segmentée, granuleuse, cylindrique),
- espèce présumée.

### c) Collecte pour analyse

Les crottes peuvent être récoltées dans des sachets en papier pour :

- analyses du régime alimentaire,
- analyses génétiques (ADN) → identification sûre de l'espèce, estimation de diversité.

## 4. Identification des crottes par groupe de mammifères

### a) Carnivores (renard, chacal, genet, chat sauvage)

- Forme : allongée, torsadée.
- Contenu : poils, os, plumes.
- Odeur généralement forte.
- Souvent déposées en hauteur (pierres, buttes) pour le marquage territorial.

#### Exemples :

- *Renard* → crottes torsadées 6–10 cm avec restes de poils.
- *Chacal* → plus grosses, souvent avec des noyaux/fragments d'insectes.

### b) Herbivores (lièvre, lapin, gazelle, mouflon)

- Forme : sphérique ou ovale.
- Texture : fibreuse.
- Couleur : brun à vert selon l'alimentation.

#### Exemples :

- *Lièvre* → boulettes ovales, assez grandes.
- *Lapin* → petites boulettes rondes (0,5–1 cm).
- *Gazelle* → petites boulettes allongées et brillantes.

### c) Omnivores (sanglier)

- Forme : amas irréguliers.
- Contenu : fibres, graines, fragments végétaux.
- Très faciles à repérer dans les zones boueuses.

#### d) Mustélidés (belette, mangouste, blaireau)

- Forme : petite torsade fine.
- Souvent déposées à l'entrée du terrier.
- Contenu : insectes, petits vertébrés.

#### e) Hyénidés (hyène rayée — zones sahariennes)

- Forme : cylindrique.
- Couleur : souvent blanchâtre (calcium des os digérés).

### 5. Évaluation de l'abondance relative

Comme pour les empreintes, on peut établir un indice de fréquentation basé sur les crottes :

$$\text{Indice} = \text{Nombre de crottes} / \text{Longueur du transect}$$

En zones forestières ou steppiques, cet indice est très utilisé pour le sanglier, le lapin, le renard et le chacal.

### 6. Avantages et limites

#### Avantages

- Méthode non invasive,
- Très efficace pour les espèces nocturnes,
- Indice fiable de présence,
- Permet des analyses détaillées (alimentation, ADN).

#### Limites

- Décomposition rapide sous pluie ou soleil,
- Confusion possible entre espèces proches,
- Interprétation exige de l'expérience,
- Les fèces peuvent être dispersées par d'autres animaux (insectes, charognards).

### 7. Exemples en Algérie

- **Sanglier (*Sus scrofa*)** : amas de fèces fibreuses dans les forêts du Nord.
- **Fennec (*Vulpes zerda*)** : petites crottes allongées dans les dunes.
- **Chacal doré (*Canis aureus*)** : crottes allongées avec restes de fruits dans les steppes.
- **Gazelle dorcas** : petites boulettes compactes en milieu saharien.
- **Hyène rayée** : scat blanchâtre, riche en calcium.

**Tableau 05** : Tableau synthétique pour identification

Espèce	Forme des crottes	Taille	Contenu visible	Lieu fréquent
<b>Renard</b> ( <i>Vulpes vulpes</i> )	Allongées, torsadées	6–10 cm	Poils, os, fruits	Sur rochers, sentiers
<b>Chacal doré</b> ( <i>Canis aureus</i> )	Cylindriques, torsadées	8–12 cm	Graines, fruits, poils	Zones ouvertes, steppes
<b>Chat sauvage /</b> <i>Felis lybica</i>	Petites, segmentées	4–6 cm	Poils, restes de proies	Sous buissons, rochers
<b>Sanglier</b> ( <i>Sus scrofa</i> )	Amas compact, irrégulier	variable	Fibres végétales	Forêts, zones boueuses
<b>Gazelle</b> ( <i>dorcas, dama</i> )	Boulettes ovales	0,8–1,2 cm	Fibres végétales	Zones désertiques
<b>Lapin</b>	petites boulettes rondes	0,5–1 cm	Fibres compactées	Forêts, broussailles
<b>Lièvre</b>	Boulettes ovales et grosses	1–1,5 cm	Fibres végétales	Steppes, garrigues
<b>Mangouste, Belette</b>	petites torsades fines	2–4 cm	Insectes, petits vertébrés	Entrées de terriers
<b>Hyène rayée</b>	Cylindriques, blanchâtres	3–5 cm	Calcium, fragments d'os	Zones rocheuses, désert

### C) -Terriers et constructions

#### 1. Définition

Les **terriers et constructions** sont des traces laissées par des mammifères qui creusent ou aménagent des structures pour s'abriter, se reproduire ou stocker de la nourriture. Ils constituent des **indices indirects fiables** permettant d'identifier la présence d'espèces même lorsqu'elles ne sont pas observées directement (Figure 19).

Le dénombrement des terriers sur une surface déterminée représente une bonne méthode de recensement pour les espèces chez qui les terriers de chaque individu, couple ou famille, sont parfaitement séparés les uns des autres.

Pour les petits Rongeurs le dénombrement des trous et pistes est sans doute réalisable, mais seulement dans le cas d'une espèce très largement dominante, car il faut être sûr de l'identité des habitants.



**Figure 19:** Terriers des mammifères

## 2. Pourquoi utiliser cette méthode ?

On utilise cette technique pour les raisons suivantes :

- Technique non invasive.
- Efficace pour les espèces discrètes, nocturnes ou rares.
- Permet d'estimer :
  - La présence d'une espèce,
  - Parfois son abondance,
  - Des éléments sur son activité (fraîcheur du terrier, empreintes autour, poils, fèces, restes alimentaires).

## 3. Principaux types de terriers et constructions

On distingue plusieurs types :

**Terriers simples** : un seul orifice (renard, hérisson).

**Terriers complexes** : plusieurs galeries/entrées (blaireau, lapin).

**Cachettes temporaires** : petites cavités, trous peu profonds.

**Construits artificiels** : accumulations de branches (rat musqué), digues (castor).

## 4. Comment réaliser l'échantillonnage ?

Plusieurs étapes sont utilisées pour réaliser l'échantillonnage, on cite :

### Étape 1 : Prospection

- Parcourir le site selon un transect ou une prospection libre.
- Repérer les ouvertures et signes autour :
  - Empreintes,
  - Poils,
  - Crotte,

- Sentiers battus.

### Étape 2 : Description standardisée

Pour chaque terrier :

- Localisation GPS,
- Nombre d'entrées,
- Diamètre des ouvertures,
- Orientation,
- Présence d'activité récente,
- Indices complémentaires (poils, traces, odeur).

### Étape 3 : Identification de l'espèce

Basée sur :

- La taille et forme des entrées,
- La disposition (isolée, en réseau),
- La propreté (blaireau : entrée propre ; renard : restes de nourriture),
- Les empreintes et crottes autour.

## TABLEAU RÉCAPITULATIF : Terriers et constructions des mammifères

Espèce / Groupe	Caractéristiques du terrier ou construon	Indices associés pour l'identification	Niveau de fiabllité
<b>Renard (<i>Vulpes vulpes</i>)</b>	20-30 cm de diamere, ouvenouer ou penne	Couriof forte, rescares alimentaires, po ils	Élevé
<b>Blaireau (<i>Meles meles</i>)</b>	25-40 cm nanrenteus complex ou propt	Entrées propres, nsn senre ou nese ou de reurs	Très élevé
<b>Lapin (<i>Oryctoìogus cuniculus</i>)</b>	10-15 cm nousajages dense de galeries	Poilles cretas, nanrises traces, conomes	Moyen à élevé
<b>Hérisson (<i>Erinaceus europaeus</i>)</b>	Petits oreites au perus irrégulier	Feuilles dépagurs, sonnese netirensle	Moyen
<b>Rats / Mulots / Rongeurs</b>	3-8 cm artoelre, los curcirculars ou ovale	Doites consardes, rísou dennis traces d'eau	Moyen
<b>Castor (<i>Castor fibre</i>)</b>	Huttes, aquatiques, enrraves	Bois canues, gracnaies conrees d'eau	Très élevé
<b>Mangouste (<i>Genette Chacal doré</i>)</b>	Entree moyenigenes 20-25 cm entrene	Cyrants paoreas, rerast de nourriture	Moyen

## D)- Consommation d'aliments

### 1. Définition

La consommation d'aliments correspond aux traces laissées par un animal lorsqu'il se nourrit :

- Restes alimentaires,
- Graines rongées,
- Fruits ouverts,
- Os cassés,
- Carcasses,
- Plantes découpées.

Ces indices permettent d'identifier l'espèce, son régime alimentaire, et parfois son activité.

Les Services des Ministères de l'Agriculture des différents pays basent le plus souvent leurs enquêtes au sujet des populations de Rongeurs sur l'estimation des dégâts, établie d'après le nombre des communes touchées par la calamité, l'importance des surfaces ravagées et l'acuité des déprédatations.

### 2. Pourquoi c'est utile ?

Permet de détecter des espèces discrètes ou nocturnes.

Indice fréquent et facile à collecter.

Peut indiquer :

- Présence,
- Fréquence de passage,
- Interactions proies-prédateurs.

### 3. Exemples d'indices alimentaires par mammifère

#### Renard

- Fruits rongés, restes de proies, carcasses partiellement consommées.
- Os cassés, odeur forte.

#### Blaireau

- Coquilles d'insectes, larves, fruits éclatés, restes de petits vertébrés.

#### Lapin

- Plantes coupées "net", herbes sectionnées à 45°.
- Graines consommées autour des terriers.

#### Rongeurs

- Graines ouvertes avec marques de dents.
- Fruits perforés régulièrement.

## Castor

- Branches taillées en “crayon”, bois décortiqué, troncs en biseau.

**Tableau 07:** Technique d'échantillonnage indirect consommation d'aliments

<b>TECHNIQUES D'ÉCHANTILLONNAGE INDIRECT : CONSOMMATION D'ALIMENTS</b>			
<b>Espèce / Groupe</b>	<b>Type de restes alimentaires observables</b>	<b>Indices caractéristiques</b>	<b>Fiabilité</b>
Renard	Carcasses, fruits rongées, os cassés	Odeur forte, resces de morsure	Élevée
Blaireau	Insectes, larves, la fruits éclatés	Proche de terres propres	Élevée
Lapin	Grannes coupées agonnéesaurs	Petites traces présence e	Moyen
Rongeurs	Graines ouverles nestres réguleres	Presence of eau presen	Moyen
Castor	Branches taillées en trans as boïssan os	Tres éléé emorsen authour	Très élevée
Carnivores divers	Broncches vaches, os	Organisation d'nrouine	

### 4.1.2. Techniques d'échantillonnage direct

#### A)- Recensement visuel

Il s'agit du recensement systématique effectué sur une certaine surface, ou d'un comptage des animaux vus soit à partir d'un point d'observation fixe, soit le long d'un itinéraire déterminé parcouru par l'observateur.

#### B)- Prospection systématique

Elle consiste à quadriller le terrain puis à faire explorer simultanément chaque carré par un observateur qui compte les animaux vus, en complétant son comptage par un repérage des traces et indices.

#### C)- Recensement à partir d'un point fixe

Est effectué en notant les animaux vus pendant un intervalle de temps déterminé.

#### Recensement à partir d'un itinéraire

*Statistiques d'animaux morts* : La chasse, les marchés de pelleterie, les animaux tués sur les routes .....

**Echantillonnage par les prédateurs:** L'échantillonnage d'une communauté de micromammifères est sans doute faite de façon naturelle par leurs prédateurs et nous avons la possibilité de retrouver les restes des proies dans les pelotes de réjection, les fèces, les proies abandonnées auprès des nids et terriers, etc...

#### **D)- Echantillonnage par piégeage**

Le piégeage est la technique la plus couramment employée pour prélever un échantillon dans une population de petits Mammifères.

On peut distinguer deux grandes catégories de piégeage:

**Piégeages exhaustifs** au cours desquels les animaux capturés ne sont pas relâchés.

**Piégeages non exhaustifs** au cours desquels les animaux capturés sont relâchés, en général après avoir été marqués individuellement.

#### **4.2. Méthodes d'échantillonnage des oiseaux**

En ce qui concerne l'avifaune, 2 protocoles sont proposés afin de recenser, de manière la plus exhaustive possible, les espèces présentes:

##### **A)- Détermination par le chant**

On utilise dans un premier temps la technique de la repasse pour les oiseaux difficiles à observer. Les écoutes ont lieu de jour ou de nuit pendant la période de reproduction selon un plan d'échantillonnage défini.

La méthode consiste à parcourir un transect. Les chants sont identifiés par écoute simple et par la réponse à la repasse.

Chaque observation est géoréférencée et matérialisée sur une carte. La prospection peut être envisagée sur des zones plus vastes que des secteurs définis pour les espèces d'intérêt patrimonial.

##### **B)- Détermination à vue**

Elle s'effectue en deux temps. Tout d'abord, il s'agit de parcourir la zone d'étude et de noter l'ensemble des espèces observées à l'aide de jumelles. Ensuite, nous couplons cela avec la recherche et la détermination de zones d'élevages des jeunes sur les sites de reproduction.

La totalité des informations obtenues est géoréférencée et présentée sur une cartographie.

#### **4.3. Méthodes d'échantillonnage des amphibiens**

Cette étude se dessine selon trois types d'inventaires (observation directe de jour, observation nocturne par écoute, observation des axes de migration) et la mesure de la densité relative des espèces patrimoniales.

### **A)- Observation directe de jour**

Un inventaire est réalisé à l'aide d'un filet surber avec une maille en nylon de 0.5 mm, indispensable pour les urodèles (ex. tritons crêtés) et pour les anoures sur toutes les surfaces en eau à l'interface du milieu terrestre et aquatique, dans la végétation et en profondeur.

Des nasses (pièges à entonnoir) sont également installées pour permettre le piégeage des individus et ainsi établir l'identification des espèces et leur stade de développement. Ils sont ensuite relâchés.

Une détermination des espèces par le relevé des pontes est également effectuée.

### **B)- Observation nocturne par écoute**

L'écoute des chants des anoures mâles et la diffusion de la repasse (chants des espèces qui provoquent leur réponse) sont entrepris vers les plans d'eau.

Cette méthode permet une identification précise des espèces. Elle est faite à plusieurs périodes de l'année sachant que les cycles de reproduction ne sont pas simultanés. Il y en a en mars, en avril, mai et juin-juillet pour les espèces tardives comme le Sonneur à ventre jaune.

### **C)- Observation des axes de migration**

Il s'agit de répertorier les corridors empruntés par les amphibiens entre les sites d'hivernage et les sites de reproduction en fonction des différentes espèces.

Une cartographie des sites de reproduction, d'hivernage et des axes de migrations est établie.

### **4.4. Méthodes d'échantillonnage des insectes**

Pour attraper des insectes, plusieurs techniques et matériels existent, qui dépend du type d'insectes recherché et de l'habitat dans lequel on se trouve.

La chasse aux insectes vous permettra de mieux connaître les habitudes de vie des insectes et de découvrir des espèces inattendues. Il existe une foule de façons différentes d'attirer et de capturer des insectes.

Plusieurs insectes peuvent être capturés avec les doigts. Des contenants en plastique munis d'un couvercle sont utiles, ainsi que des sacs de type ziploc. Des pinces sont un outil de capture peu coûteux. Un pinceau à poils souples est pratique pour ramasser des larves.

### **A)- Filet à papillons**

Ce filet est utilisé pour capturer des insectes volant comme les Lépidoptères (papillons), les Odonates (libellules), les Diptères (mouches) ainsi que les Hyménoptères (guêpes et abeilles). Son utilisation est simple, il s'agit de faire pénétrer l'insecte dans le filet et de refermer le filet pour éviter que l'insecte ne ressorte. Au contraire, ce filet est plus léger pour être plus maniable et ne pas endommager les insectes, mais également plus profond pour ne pas endommager les papillons par exemple. La taille du filet et du manche peuvent être large et

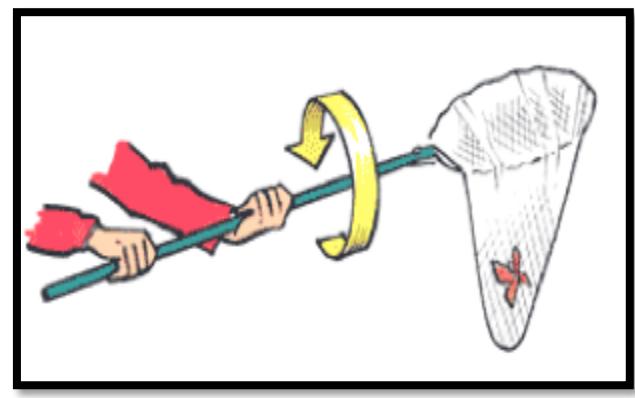
long selon ce que l'on souhaite capturer. Beaucoup de ces filets ont un manche télescopique, jusqu'à 4m (Figure 20).

### **B)- Filet fauchoir**

Ce filet sert à collecter les insectes qui se trouvent dans les herbes et les buissons. Il est idéal pour attraper des insectes comme les Orthoptères (criquets, sauterelles et grillons), les Coléoptères ou les Hétéroptères (punaises), des insectes qui ne volent pas ou peu. Son utilisation est simple, il s'agit de faucher les végétaux de droite à gauche sur une petite surface, de regarder ce qui est tombé dedans et de collecter ce qui nous nous intéresse. Il n'y a pas vraiment de critère de taille ou de matériaux de fabrication, il doit par contre être solide, notamment le filet, pour éviter les déchirures et permettre un fauchage même dans de la végétation dense (Figure 21).



**Figure 21 :** Filet fauchoir



**Figure 20 :** Filet à papillon

### **C)- Troubleau**

Destiné à la capture des insectes aquatiques, le troubleau est utilisé en faisant des mouvements de balayages rapides dans l'eau. On peut aussi l'appuyer à la verticale au fond d'un petit cours d'eau et attraper les insectes emportés par le courant.

### **D)- Battage**

Cette technique consiste à frapper les branches et les feuilles des arbres et des arbustes pour faire tomber les insectes qui s'y cachent et de les réceptionner sur un support positionné sous le végétal. Pour cela, le matériel est simple, un bâton et une nappe de réception comme le « parapluie japonais » sont nécessaires. Le battage ne convient pas aux insectes volants et sauteurs, mais à des petits insectes comme des chenilles, des punaises, des coléoptères et aussi des araignées.

### **E)- Piège-fosse**

Il s'agit essentiellement d'un contenant enfoncé dans le sol dans lequel les insectes tombent, comme dans une fosse, et sont pris au piège. On peut l'installer vide, lui ajouter un appât (miel, pain, flocons d'avoine) ou y mettre du liquide pour tuer les insectes qui y tombent.

### **F)- Piège lumineux**

On prépare ce piège pour la chasse de nuit en plaçant une source de lumière devant une surface blanche, par exemple un drap tendu entre deux arbres. Le chasseur doit récolter ses prises, car le piège n'emprisonne pas les insectes (Figure 22).

### **G)- Aspirateur à bouche**

Ce drôle d'instrument permet d'attraper des insectes de petite taille sans les blesser. Il est habituellement formé d'un cylindre transparent muni de deux tubes. Il faut placer le tube de succion flexible dans la bouche pour aspirer l'animal par le tube collecteur rigide (Figure 23).



**Figure 22 :** Piège lumineux



**Figure 23 :** Aspirateur à bouche

## **Conclusion**

Les méthodes d'étude et d'inventaire de la faune et de la flore constituent des outils fondamentaux pour comprendre l'organisation, le fonctionnement et l'évolution des écosystèmes. Qu'il s'agisse de techniques d'observation directe, de relevés floristiques, de capture-marquage-recapture, de transects, de quadrats, de piégeage ou de l'analyse des indices de présence, chacune offre des informations spécifiques permettant d'évaluer la diversité biologique, la structure des populations et la dynamique des communautés naturelles.

Le choix méthodologique reste étroitement lié aux objectifs de l'étude, aux caractéristiques écologiques des groupes étudiés, aux contraintes du terrain et aux exigences d'un protocole scientifique rigoureux. L'utilisation combinée de plusieurs approches, intégrant à la fois des observations directes et indirectes, augmente la fiabilité des résultats et permet une compréhension plus complète des interactions entre espèces et de leur réponse aux variations environnementales.

Dans un contexte de dégradation croissante des habitats, de changements climatiques et de pressions anthropiques, la maîtrise de ces méthodes d'inventaire est plus que jamais essentielle. Elles constituent la base de toute action de conservation, de suivi écologique et de gestion durable des ressources naturelles. En fournissant des données précises, comparables et reproductibles, elles permettent d'orienter les décisions de protection de la biodiversité et d'assurer une gestion éclairée des écosystèmes pour les générations futures.

## **Recommandations**

### **Combiner plusieurs méthodes d'inventaire**

L'utilisation conjointe de techniques directes et indirectes améliore considérablement la précision des résultats et limite les biais liés au comportement des espèces ou aux conditions environnementales.

### **Standardiser les protocoles d'échantillonnage**

L'application de méthodes reproductibles (transects, quadrats, périodes fixes, mêmes outils) garantit la comparabilité des données dans le temps et entre les sites d'étude.

### **Former les équipes de terrain**

Une bonne maîtrise des techniques de reconnaissance des espèces, de l'utilisation du matériel (GPS, pièges, caméras), et des outils d'analyse est essentielle pour assurer la qualité des inventaires.

### **Utiliser les technologies modernes**

Les outils comme les drones, les capteurs acoustiques, les pièges photographiques ou l'ADN environnemental (ADNe) offrent de nouvelles possibilités d'étude non invasive, particulièrement utiles pour les espèces discrètes.

### **Intégrer la dimension écologique et conservatoire**

Les inventaires doivent être suivis d'actions concrètes de conservation : restauration des habitats, réduction des pressions humaines, suivi à long terme des populations sensibles.

### **Mettre en place une base de données structurée**

Archiver les données collectées permet leur valorisation, leur partage et leur utilisation dans des programmes de recherche, des projets d'aménagement ou des évaluations environnementales.

## Références bibliographiques

- BANG, P., & DAHLSTRÖM, P. (2001). *Animal Tracks and Signs*. Oxford University Press.
- BENKHETTOU, A. 2014. Cours de méthodes floristiques. 123p.
- COTTAM, G & CURTIS, J. T. 1956. The Use of Distance Measurements in Phytosociological Sampling. *Ecology*, 37:451- 460.
- DAGET, J. 1976. Les modèles mathématiques en écologie. Ed. Masson, Paris, France .172p.
- DAJOZ, R. (1972). Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, France. 434 p.
- FIERS, V. & COLL. 2003. Etudes scientifiques en espaces naturels. Cadre méthodologique pour le recueil et le traitement de données naturalistes. Cahiers techniques de l'ATEN n°72. Réserves Naturelles de France. Montpellier : 96 p.
- FRONTIER, S. 1983. Stratégies d'échantillonnage en Écologie. Collection d'écologie 17. ISBN 2-7637-6957-8 (PUL), Paris, France. 494 p.
- GOUNOT, M. 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson, Paris, France. 314 p.
- GUINOCHEZ, M. 1973. Phytosociologie. Ed. Masson, Paris, France. 277 p.
- JEAN, D. 1963. Les techniques d'échantillonnage dans l'étude des populations d'oiseaux. Rapport .202 p.
- KHERRI, A. 2013. Cours d'Echantillonnage. Ecole des hautes études commerciales, Alger.20p.
- LONG, G. 1974. Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. Ed. Masson, Paris, France. 252 p.
- O'CONNELL, A. F., NICHOLS, J. D., & KARANTH, K. U. (2011). *Camera Traps in Animal Ecology*. Springer.
- PAULIAN, R. 1947. Observations écologiques en forêt de Basse Côte d'Ivoire. Encyclopédie biogéographique et écologique. Ed. Lechevalier. 147 pp.
- PHILLIPS, J.F.V. 1931. Quantitative methods in the study of numbers of terrestrial animals in biotic communities. A review, with suggestions. *Ecology*, 12: 633-649.
- PIELOU, E.C. 1974. Population and Community Ecology: Principles and Methods. CRC Press, Science. 424 p.
- RAMADE, F. 1984. Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, France. 397 p.
- RAMADE, F. 2003. Eléments d'écologie. Écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, France. 690 p.
- RAMADE, F. 2005. Eléments d'écologie. Écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, France. 549 p.
- RICHARD, C., GREGOIRE G., FREDERIC A. 2010. Relevés floristiques pour le suivi de la biodiversité végétale des écosystèmes forestiers : éléments de réflexion pour faire les bons choix. *Rev. For. Fr.* LXII - 2-2010.
- SCHERRER B., 1984. Biostatistiques. Ed. Gaetan Morin . 850 p.

- SELLAMI, M., & DOUMANDJI, S. (2002). Données sur la répartition géographique de quelques micromammifères en Algérie. *Bulletin de l'Institut National d'Études et de Recherches en Écologie* (INEE), 21, 45–56.
- SELLAMI, M., DOUMANDJI, S., & BAZIZ, B. (2005). Contribution à l'étude des Rongeurs et Insectivores de la région d'El Tarf (Nord-Est algérien. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 60(3), 231–242
- SPITZ. F.1963. Les techniques d'échantillonnage utilisées dans l'étude des populations de petits mammifères. Rapport. 230p.
- TAYLOR, W.P. 1930. Method of determining Rodent pressure on the range. *Ecology*, 11: 523-542.
- YVES G. 1967. Principes et méthodes d'échantillonnage des populations naturelles terrestres en écologie entomologique. Fiche de la recherche scientifique et technique. Laboratoire d'Entomologie (Côte d'Ivoire).